

I. Zwölfte Reihe von *Experimental-Untersuchungen über Elektrizität; von Michael Faraday.*

(Schluss von S. 289.)

1405. Nachdem wir die verschiedenen Fälle von unterhaltener Isolation in nicht leitenden di-elektrischen Körpern bis zu den höchsten Punkt, den sie erreichen können, betrachtet haben, finden wir, dass sie zuletzt mit einer *Zerreißungs-Entladung* endigen; wobei der besondere Zustand der Theilchen des Di-elektricums, der zur Fortdauer der Vertheilung nöthig war, eben so wesentlich ist zum Eintreten des Vorgangs, welcher alle Erscheinungen beschließt. Diese Entladung ist nicht nur in ihrem Ansehen und ihrer Beschaffenheit verschieden von den früher betrachteten Vorgängen (*modes*), welche eine Schwächung der Kräfte bewirken (1320. 1343), sondern auch, obwohl im Principe wirklich gleich, in sich selbst verschieden durch gewisse Charaktere, und so zeigt sie sich uns unter der Form von *Funken*, *Lichtbüscheln* und *Erglommungen* (*glow*) (1359). Zuvörderst will ich den *Funken* betrachten, denselben jedoch für jetzt beschränkend auf den Fall der Entladung zwischen zwei engengesetzt elektrisirten leitenden Flächen.

Der elektrische Funke oder Blitz (*flash*).

1406. Der *Funke* ist eine Entladung oder Schwächung des inductiven Polarisationszustandes vieler di-elektrischer Theilchen durch eine besondere Wirkung einiger wenigen dieser Theilchen, die einen sehr kleinen und beschränkten Raum einnehmen; alle zuvor polarisirten Theilchen kehren dabei in ihren anfänglichen oder

normalen Zustand zurück, in umgekehrter Ordnung, in welcher sie ihn verlassen haben, und sie vereinigen mittlerweile ihre Kräfte (*powers*), um den Entladungs-Effect zu erzeugen oder vielmehr fortzusetzen (1417. 1436), an dem Ort, wo der Umsturz der Kraft (*force*) zuerst stattfand. Meine Meinung (*impression*) ist, dafs die wenigen Theilchen, welche am Orte der Entladung befindlich sind, nicht blofs bei Seite gestofsen, sondern in einen eigenthümlichen, einen temporär höchst aufgeregten (*exalted*) Zustand versetzt werden, d. h. dafs sie nach und nach alle umgebenden Kräfte auf sich häufen, und demgemäfs zu einer Intensität des Zustandes (*intensity of condition*) steigen, die vielleicht der von chemisch sich verbindenden Atomen gleich ist, und so die Kräfte (*possibly in the same manner as they do theirs*) durch eine uns für jetzt unbekannte Operation entladen. Der End-Effect ist genau so, wie wenn ein Metalldraht an die Stelle der entladenden Theilchen gesetzt wäre, und es scheint nicht unmöglich, dafs die Principien der Action sich späterhin in beiden Fällen als gleich erweisen.

1407. Die *Bahn des Funkens* oder der Entladung hängt ab von dem Spannungsgrad, den die Theilchen in der Entladungslinie erlangt haben, von Umständen, welche, in jedem gewöhnlichen Fall sehr einleuchtend, und durch die Theorie leicht verständlich, denselben in ihnen mehr steigern als in den benachbarten, und indem sie sie erst auf den erforderlichen Zustand erheben, sie veranlassen, die Bahn der Entladung zu bestimmen. Hieraus dann die Auswahl der Bahn und die Lösung des nach der alten Theorie vorhandenen und von Harris so schön beschriebenen Wunders ¹). Alles ist, durch die vorausgegangene Vertheilung, unter den Theilchen vorbereitet für die Bahn des elektrischen Funkens oder des Blitzes selbst (*for the path either of electric spark or of Lightning itself*).

1) *Nautical Magazine*, 1834, p. 229.

1408. Dieselbe Schwierigkeit ist von Nobili ¹⁾ als Princip für die Volta'sche Elektricität ausgesprochen, fast in Harris's Worten, nämlich so: »die Elektricität richtet sich gegen den Punkt, wo sie sich am leichtesten entladen kann,« und die Resultate hievon als Princip hat er für die Volta'schen Ströme wohl darge-
than (*wrought out*). Allein die *Lösung* der Schwierigkeit, oder der nächsten Ursache der Effecte ist dieselbe; Vertheilung bringt die Theilchen auf oder an einen gewissen Zustand (1370); und durch die, welche ihn am ersten erreichen, wird die Entladung am ersten und wirk-
samsten ausgeführt.

1409. Der *Moment* der Entladung wird wahrscheinlich durch dasjenige Theilchen des Di-elektricum's be-
dingt, welches, der Umstände wegen, in seiner Span-
nung am schnellsten auf das Maximum der Intensität ge-
steigert ist. In allen Fällen, wo die Entladung von ei-
nem Leiter zum anderen übergeht, muß dieses Theilchen
auf der Oberfläche eines von ihnen befindlich seyn; wenn
sie aber von einem Leiter zu einem Nichtleiter übergeht,
ist dem vielleicht nicht immer so (1453). Wenn dieses
Theilchen das Maximum seiner Spannung erreicht hat, so
wird der ganze Widerstandsdamm (*barrier of resistance*)
in der an ihm (*it* — dem Theilchen) entspringenden
Vertheilungslinie (oder Linien) niedergerissen, und es
erfolgt eine zerreißende Entladung (1370). Ein solcher
Schluß, gezogen wie er ist aus der Theorie, scheint mir
im Einklang mit Harris's Thatfachen und Folgerungen
in Bezug auf den Widerstand der Atmosphäre, nämlich
dafs er bei Einer Schlagweite nicht gröfser ist als bei ir-
gend einer andern ²⁾).

1410. Es ist wahrscheinlich, dafs die zur Entladung
nöthige Spannung eines Theilchens eines und desselben

1) *Bibl. univers.* 1835, *LIX*, p. 275.

2) *Phil. Transact.* 1834, p. 227. 229.

Di elektricums, wie Luft, eine *constante Gröfse* ist, gleichviel, ob der mit ihm in Berührung stehende Theil des Leiters 'eine Kugel- oder Spitzen- oder sonst eine Gestalt besitzt, was für eine Dicke oder Tiefe, vielleicht sogar was für eine Verdünnung oder Verdichtung das Di-elektricum durch welches die Vertheilung geschieht, auch haben mag, und gleichviel ob der Leiter, mit welchem das Theilchen für den Moment verknüpft ist, ein guter oder schlechter ist. Ich will damit nicht sagen, dafs nicht durch die Einwirkung der benachbarten Theilchen auf das entscheidende Theilchen kleine Unterschiede entspringen können; denn in der That mufs die für ein Theilchen erforderliche Intensität in Beziehung stehen zu der der benachbarten Theilchen. Allein wenn die Erwartung sich annähernd als wahr erweist; was für eine Allgemeinheit des Charakters bietet sie nicht dar! Und dürfen wir nicht hoffen, in der Bestimmtheit der Kraft eines besonderen Theilchens eine unmittelbare Beziehung zu finden zu jener Kraft, die, als elektrisch, ebenfalls bestimmt ist, und die chemische Verwandtschaft ausmacht?

1411. Theoretisch genommen scheint es, als müßten im Moment der Entladung durch den Funken in Einer Linie der Vertheilungskraft nicht blofs alle übrigen Linien ihre Kräfte in diese eine werfen (1406), sondern auch, der Seiten-Effect, welcher einer Abstofsung dieser Linien gleichkommt (1224. 1297), unterstützt werden, und ihm Etwas folgen, was einer entgegengesetzten Wirkung, einem Collapsus oder einer Attraction dieser Theilchen gleichwerthig wäre. Lange suchend nach einer Transversalkraft bei der statischen Elektricität, welche dem Magnetismus oder der Transversalkraft der strömenden Elektricität entspräche, und glaubend, dafs sie zusammenhängen möchte mit der schon beschriebenen Transversalwirkung der Vertheilungslinien (1297) war ich begierig durch verschiedene Versuche die Wirkung einer solchen Kraft nachzuweisen, und sie in Zusammen-

hang zu setzen mit den Erscheinungen des Elektromagnetismus und der Magneto-Elektricität.

1412. Unter andern erwartete ich, daß zwischen zwei gleichen Funken, wenn man sie gleichzeitig und hinreichend nahe neben einander hervorbringen könnte, eine Seitenwirkung (*mutual affection or even lateral coalition*) stattfinden würde. Zu dem Ende wurden zwei gleiche Leidner Flaschen an ihren Knöpfen mit zwei horizontalen Stiften von 0,2 Zoll Dicke und zugerundeten Enden versehen. Die Flaschen wurden auf ein Blatt Zinnfolie gestellt, und zwar so, daß ihre Stifte *a* und *b*, einander nahe, in der in Fig. 2 Taf. I abgebildeten Lage befindlich waren; *c* und *d* waren zwei isolirte und durch einen Messingstab verbundene Messingkugeln; *e* war auch eine Messingkugel, die durch einen Draht mit dem Boden und mit der Zinnfolie, auf welcher die Leidner Flaschen standen, in Verbindung gesetzt waren. Indem ich nun einen isolirten Metallstab quer auf *a* und *b* legte, die Flaschen lud und den Stab fortnahm, konnte ich beiden Flaschen eine gleich starke Ladung geben (1370). Als ich nun die Kugel *e* der Kugel *d* näherte, schlugen, im Moment als dort der Funke erschien, zwischen den Stiften *n* und *o* und der Kugel *c* zwei Funken über, und zwar, so weit als das Auge entscheiden konnte, gleichzeitig.

1413. Unter diesen Umständen fanden zwei Entladungsweisen statt. Entweder sandte jedes Ende seinen eignen Funken auf die Kugel, oder nur das eine Ende wurde mit der Kugel durch einen Funken verknüpft, während zugleich zwischen diesem und dem andern Ende ein Funke überschlug.

1414. Wenn die Kugel *c* etwa einen Zoll im Durchmesser hatte, und die Enden *n* und *o* etwa einen halben Zoll von ihr und etwa 0,4 Zoll von einander standen, konnten die beiden Funken auf die Kugel *c* erhalten werden. Wenn, um die Funken näher an einander zu

bringen, die Enden n und o dichter zusammengedrückt wurden, so schlug, aller sorgfältigen Adjustirung ungeachtet, nur zwischen dem einen Ende und der Kugel ein Funke über, während zugleich zwischen ihm und dem andern Ende ein Funke erschien; und die geringste Aenderung in der Lage machte, daß eins der beiden Enden n oder o der Kugel den Funken gab, und zugleich durch oder mittelst dieses das andere seine Elektrizität entlud.

1415. Bei Verkleinerung der Kugel c fand ich, daß es nützlich war, den Abstand zwischen den Enden n und o zu vergrößern im Verhältniß des Abstandes zwischen ihnen und der Kugel c . Bei Vergrößerung von c konnte ich den Abstand verringern und so die beiden gleichzeitigen Funken einander näher bringen, bis zuletzt der Abstand zwischen ihnen, an der weitesten Stelle, nicht mehr als 0,6 ihrer ganzen Länge war.

1416. Ich ließ viele Funken überschlagen und beobachtete sie sorgfältig. Sie waren sehr selten gerade, vielmehr entweder gekrümmt oder unregelmäßig gebogen. In der Regel waren sie, glaube ich, entschieden convex gegen einander; vielleicht waren zwei Drittel so gestaltet, die übrigen mehr oder weniger auswärts gebogen. Niemals war ich jedoch im Stande Funken zu erhalten, welche die Drahtenden n und o einzeln verließen, und, ehe sie die Kugel c erreichten, in einzigen zusammenflossen. Bis jetzt kann ich das Zusammenfließen der Funken noch nicht als Thatsache hinstellen, wiewohl ich glaube eine Neigung dazu bemerkt zu haben.

1417. Doch zeigte sich hier eine sehr interessante Erscheinung, analog oder zum Theil vielleicht gleich mit der von mir gesuchten, nämlich eine erhöhte Leichtigkeit der Entladung dort, wo schon ein Funke überschlagen war. In den Fällen z. B. wo das eine Ende, wie n , die Elektrizität beider Enden auf die Kugel c entlud, hatte die Elektrizität des andern Endes o eine

Luftdicke zu durchdringen 1,5 Mal so groß als die, welche sie bei directem Uebergang von diesem zu der Kugel durchlaufen haben würde. In solchen Fällen konnte das Auge, selbst mit Anwendung des Wheatstone'schen Mittels ¹⁾ nicht unterscheiden, daß der Funke aus dem Ende *n*, welcher beide Portionen von Elektricität enthielt, ein doppelter war. Er konnte nicht aus zwei gesondert gehenden Funken bestanden haben, denn dies würde dem Auge sichtbar gewesen seyn; doch ist es auch möglich, daß der Funke des ersten Endes *n* und seiner Flasche, indem er sehr kurze Zeit vor dem des andern *o* überging, die Luft auf seinem Wege erhitzt und ausdehnt, und somit für Entladung geeigneter gemacht hatte, so daß die Elektricität des Endes *o* lieber durch diese Luft ging und einen Umweg machte, als den geraden Weg zu der Kugel einschlug. Es muß jedoch gegen diese Voraussetzung bemerkt werden, daß der Eine Funke zwischen *d* und *e* durch seinen Einfluß eine gleichzeitige Entladung bei *n* und *o* hervorzubringen gesucht, und wirklich hervorgebracht haben würde, wenn dem einen Draht kein Uebergewicht über den andern in Bezug auf die vorausgegangene Vertheilung (1414) gegeben worden wäre.

1418. Thatsache ist jedoch, daß die zerreisende Entladung sich selbst begünstigt. Sie ist anfangs ein Fall von wankendem Gleichgewicht, und wenn *Zeit*, auch nur im kleinsten Verhältniß (1436) ein Element der Entladung ist, so begünstigt der Anfang der Action an irgend einem Punkt ihre Fortdauer und Steigerung daselbst, und Portionen der Kraft werden auf einem Wege entladen, den sie sonst nicht eingeschlagen haben würden.

1419. Die bloße Erhitzung und Ausdehnung der Luft durch die erste übergehende Portion von Elektrici-

1) *Phil. Transact.* 1834, p. 584 et 585. (*Annalen*, Bd. XXXIV S. 464.)

tät muß einen großen Einfluß auf die Hervorbringung dieser Resultate ausüben.

1420. Was das Resultat selbst betrifft, so sehen wir dessen Einfluß bei jedem überschlagenden Funken. Denn es ist nicht die ganze übergehende Menge, was die Entladung bedingt, sondern bloß der kleine Kraft-Antheil, welcher das entscheidende Molecül (1370) auf sein Maximum von Spannung bringt; dann, wann dessen Kräfte überwältigt sind und Entladung beginnt, geht der ganze Rest, vermöge des Einflusses der eben erwähnten begünstigenden Umstände, auf demselben Wege über; und die Entladung ist vollkommen, es mag die Electricität die von Einem oder von tausend Quadratzoll geladenen Glases seyn. Späterhin werden wir den Einfluß dieses Effects auf Bildung der Lichtbüschel (1435) kennen lernen, und es ist nicht unmöglich, daß wir ihn auch bei Erzeugung der gekerbten Funken und gezackten Blitze wieder finden.

1421. Die Charaktere des elektrischen Funkens sind in *verschiedenen Gasen* ungleich, und das *vielleicht* bloß wegen der Wirkung der in dem Moment entwickelten Wärme, vielleicht aber auch wegen der von mir als Basis der Vertheilungstheorie angenommenen specifischen Relation zwischen den Theilchen und elektrischen Kräften. Die Thatsachen sind einer solchen Ansicht nicht zuwider, und in dieser Ansicht verstärkt jene Ungleichheit das Argument für die Molecular-Action, so wie sie auch den Einfluß der letzteren in jedem Theil des elektrischen Effects (1423. 1454) zu zeigen scheint.

1422. Die Erscheinungen bei den Funken in *verschiedenen Gasen* sind oft beobachtet und beschrieben ¹⁾, doch halte ich es nicht für überflüssig folgende Resultate in Kürze anzugeben. Sie wurden mit Messingkugeln

1) Van Marum's Beschreibung der Teyler'schen Maschine, Vol. I p. 112 und Vol. II p. 196; *Encyc. Brit. Vol. VI, Art. Electricity*, p. 505. 507.

(Platinflächen würden besser gewesen seyn) und unter gewöhnlichem Druck erhalten. In *Luft* haben die Funken jenes intensive Licht und jene blaue Farbe, welche so bekannt sind, und wenn die übergehende Elektrizitätsmenge nicht groß ist, haben sie oft schwache oder dunkle Stellen in ihrem Laufe. In *Stickgas* sind sie sehr schön, im Allgemeinen von gleichem Ansehen wie in der Luft, doch entschieden von mehr blauer und purpurrother Farbe, und, wie mir schien, merkwürdig laut (*sonorous*). In *Sauerstoff* waren die Funken weißer als in Luft oder Stickgas, doch, glaube ich, nicht so glänzend. In *Wasserstoff* hatten sie eine feine Carmoisinfarbe, nicht wegen dessen Lockerheit, denn die Farbe verschwand beim Verdünnen der Atmosphäre (1459)¹⁾; das Geräusch war in diesem Gase sehr schwach, doch dieß ist eine Folge der physischen Beschaffenheit des letzteren²⁾. In *Kohlensäuregas* war die Farbe der in Luft ähnlich, doch mit Beimischung von etwas Grün. Die Funken waren von merkwürdig unregelmäßiger Gestalt, mehr als in gemeiner Luft; sie konnten auch, bei Gleichheit in Größe der Kugel u. s. w., von größerer Länge als in Luft erhalten werden, indem das Gas eine besondere Leichtigkeit zeigte, die Entladung in Form von Funken übergehen zu lassen. Im *Salzsäuregas* war der Funke fast weiß, durch und durch gleich hell, nirgends jene dunkeln Stellen zeigend, welche in Luft, Stickgas und andern Gasen vorkommen. Das Gas war trocken, und während des ganzen Versuchs blieb die Oberfläche des Glases inwendig vollkommen trocken und hell. In *Steinkohlengas* war der Funke zuweilen grün, zuweilen roth, zuweilen an einer Stelle grün, und an einer andern roth. Auch kommen in der Linie des Funkens

1) Van Marum sagt, sie seyen in Wasserstoff ungefähr vier Mal so lang als in Luft, Vol. I p. 122.

2) Leslie.

sehr plötzlich dunkle Stellen vor (*Black parts also occur very suddenly in the line of spark i. e. they are not connected by any dull part with bright portions, but the two seem to join directly one with the other*).

1423. Diese Verschiedenheiten des Ansehens erweckten in mir den Gedanken, daß sie von einer directen Relation der elektrischen Kräfte zu den Theilchen des Di-elektricum, durch welches hin die Entladung geschieht, herrührten, und nicht von einem zufälligen Glühen oder einer secundären Wirkungsweise der Elektrizität auf die Theilchen, welche sie auf ihrem Wege antrifft und bei Seite stößt.

1424. Die Funken können (*may*) in weit dichteren Mitteln als die Luft, z. B. in Terpenthinöl, Baumöl, Harz, Glas u. s. w. erhalten werden, auch in dichteren Körpern, die den Leitern näher kommen, wie Wallrath, Wasser u. s. w. Allein in diesen Fällen zeigt sich nichts, was, so weit ich einsehen kann, den hier aufgestellten allgemeinen Ansichten zuwider wäre.

Der elektrische Lichtbüschel.

1425. Der *Lichtbüschel* (*brush*) ist die nächste Form von Zerreißungs-Entladung, welche ich betrachten will. Es giebt verschiedene Wege ihn zu erhalten, oder vielmehr seine Charaktere zu steigern; und alle diese Wege erläutern die Principien, nach denen er gebildet wird. Wenn von einem isolirten Leiter, der mit dem positiven Conductor der Elektrisirmaschine verbunden ist, ein 0",3 dicker und in einem zugerundeten Ende oder Knopf endigenden Metallstab abwärts von der Maschine hervorragt, so giebt er gewöhnlich gute Lichtbüschel, oder wenn die Maschine nicht in rechter Wirksamkeit ist, läßt sich die Bildung der Büschel durch verschiedene Mittel befördern; so kann man die Hand oder irgend eine *große* leitende Fläche jenem Ende nähern, um die Vertheilungskraft zu erhöhen (1374), oder man

kann das Ende kleiner und von schlecht leitender Substanz, z. B. Holz, nehmen, oder zwischen dem ersten Conductor der Maschine und dem zweiten, zu welchen das die Büschel liefernde Ende gehört, Funken überschlagen lassen, oder endlich, was den Büscheln ein außerordentlich schönes Ansehen und eine bedeutende Gröfse giebt, die Luft rings um die Spitze entweder durch Erwärmung oder durch Auspumpen mehr oder weniger verdünnen, und dabei auch die ersten begünstigenden Umstände beibehalten.

1426. Erhalten durch eine kräftige Maschine an einem Knopf von 0",7 Durchmesser am Ende eines langen, auf dem positiven ersten Conductor befestigten Messingstabes hat der Büschel im Allgemeinen das Ansehen der Fig. 3 Taf. I. Ein kurzer kegelförmiger heller Theil schießt geradezu von der Mitte des Knopfes aus, und breitet sich, in einem kleinen Abstände von der Kugel, plötzlich in einen breiten Büschel von blassen Zweigen aus, die in zitternder Bewegung sind, begleitet von einem leisen knisternden Geräusch.

1427. Auf den ersten Blick scheint der Büschel zusammenhängend zu seyn; allein Hr. Wheatstone hat gezeigt, dafs er aus einer Reihe intermittirender Entladungen besteht ¹⁾. Wenn man das Auge, nicht durch eine Bewegung des Kopfs, sondern des Augapfels selbst, rasch quer durch die Richtung des Büschels führt, indem man standhaft erst 10° bis 15° darüber und dann plötzlich eben so viel darunter wegsieht, so löst sich der allgemeine Büschel in eine Anzahl besonderer Büschel auf, die auf der Linie, die das Auge durchlief, in einer Reihe stehen; jeder besondere Büschel ist das Resultat einer einzelnen Entladung, und der Raum zwischen ihnen repräsentirt sowohl die Zeit, während das Auge durch diesen Raum geführt ward, als auch die, welche zwischen der einen und der andern Entladung verstrich.

1) *Phil. Transact.* 1834, p. 586. (Ann. Bd. XXXIV S. 469.)

1428. Die einzelnen Büschel konnten leicht zu acht bis zehn Mal ihrer eignen Breite von einander getrennt werden, waren aber nicht zur selben Zeit ausgedehnt, d. h. sie wurden nicht unbestimmter in Gestalt, sondern im Gegentheil, vermöge ihrer Sonderung von einander, bestimmter in Gestalt, Verzweigung und Charakter. Sie waren daher instantan in ihrer Existenz (1436). Jeder hatte die konische Wurzel vollständig.

1429. Bei Anwendung einer kleineren Kugel war der allgemeine Büschel kleiner, und das Geräusch, obwohl schwächer, doch continuirlicher. Bei Auflösung des Büschels in seine elementaren Bestandtheile, wie zuvor, zeigten diese sich in weit kürzeren Intervallen auftretend, doch war die Entladung noch intermittirend.

1430. Bei Anwendung eines Drahts mit rundem Ende war der Büschel noch kleiner, jedoch, wie zuvor, in successive Entladungen trennbar. Das Geräusch, obwohl schwächer, war höher im Klang und ein deutlicher musikalischer Ton.

1431. In der That entspringt das Geräusch aus dem wiederholten Laut einer jeden einzelnen Entladung, und da diese unter gewöhnlichen Umständen in fast gleichen Zwischenzeiten eintreten, so entsteht ein bestimmter Ton, welcher, da seine Höhe mit vermehrter Schnelligkeit und Regelmäßigkeit der intermittirenden Entladungen steigt, ein leichtes und genaues Mittel zur Messung der Intervalle liefert, und dadurch allemal, wenn die Entladung gehört wird, selbst im Fall man die Erscheinungen nicht sieht, zur Bestimmung des Elements der *Zeit* benutzt werden kann. So auch, wenn wir die Hand einem hervorspringenden Stab oder Knopf nähern, lehrt uns die steigende Höhe des von der Büschel-Entladung erzeugten Tons, dafs wir die Vertheilung (1374) und damit die Schnelligkeit der Abwechslungen von Ladung und Entladung erhöht haben.

1432. Bei Anwendung von Drähten mit dünneren

Enden wurden kleinere Lichtbüschel erhalten, bis sie endlich kaum noch als Büschel erkannt werden konnten. So lange indeß noch ein Geräusch gehört ward, liefs sich die Entladung, durch das Auge, als intermittirend erkennen; und wenn das Geräusch verschwand, wurde das Licht continuirlich, ein Glimmen (1359. 1405).

1433. Für die, welche nicht gewohnt sind das Auge in eben beschriebener Weise zu gebrauchen, oder im Fall die Wiederholungen für das Auge zu rasch geschehen, wird der schöne Apparat des Hrn. Wheatstone mit dem rotirenden Spiegel nützlich seyn ¹⁾. Ein anderes vortreffliches Verfahren besteht darin, dafs man den Lichtbüschel oder das leuchtende Phänomen an dem Ende eines Stabes erzeugt, den man in der Hand einem positiv oder negativ geladenen Conductor gegenüber hält, und darauf rasch von einer Seite zur andern bewegt, während das Auge ruhig bleibt. Die successiven Entladungen geschehen dem zufolge an verschiedenen Orten, und man kann den Zustand der Dinge vor, bei und nach einem einzigen Aufblitzen (*coruscation*) oder Büschel ausserordentlich gut auseinanderlegen.

1434. Der *Lichtbüschel* ist in Wirklichkeit eine Entladung zwischen einem schlechten oder einem Nicht-Leiter und einem Leiter oder einem anderen Nichtleiter. Unter den gewöhnlichen Umständen ist der Büschel eine Entladung zwischen einem Leiter und Luft, und ich glaube, er findet ungefähr in folgender Weise statt. Wenn das Ende eines elektrisirten Stabes in die Mitte eines Zimmers hineinragt, so findet zwischen ihm und den Wänden des Zimmers quer durch das Di-elektricum, die Luft, eine Vertheilung statt; und die Linien der Vertheilungskraft häufen sich auf jenes Ende in gröfserer Menge als irgendwo, oder die Lufttheilchen am Ende des Stabes werden, aus schon angegebenen Gründen, (1374), höher polarisirt als an irgend einer anderen Stelle des Stabes.

1) *Phil. Transact.* 1834, p. 584, 588. (Ann. Bd. XXXIV S. 469.)

Die in Querschnitten auf den Linien der Vertheilungskraft liegenden Lufttheilchen sind am wenigsten polarisirt in Schnitten gegen die Wälle hin, und am meisten polarisirt in denen näher am Ende der Drähte (1369); so kann es wohl geschehen, dafs ein Theilchen am Ende des Drahts sich in einer Spannung befindet, die unmittelbar in Entladung übergeht, während die nur wenige Zoll davon entfernten in ihrer Spannung noch unter diesem Punkte sind. Gesetzt aber der Stab sey positiv geladen und ein ihm nahes Lufttheilchen *A* (Fig. 4 Taf. I) sey polarisirt, habe demnach seine negative Kraft gegen den Stab und seine positive Kraft von ihm ab gekehrt. Im Augenblick, da eine Entladung stattfindet zwischen der positiven Kraft des der Luft gegenüberstehenden Stabtheilchens und der negativen Kraft des dem Stab zugewandten Lufttheilchens, wird das ganze Lufttheilchen positiv elektrisirt; und wenn im nächsten Augenblick der entladene Theil des Stabs, vermöge Zuleitung von der hinteren Metallfläche, seinen positiven Zustand wieder annimmt, wirkt er nicht nur auf die Theilchen jenseits *A*, indem er *A* wieder in den Polarisationszustand versetzt, sondern *A* selbst übt, vermöge seines Polarisationszustands, eine besondere Vertheilungswirkung auf diese entfernteren Theilchen aus, und dem zufolge ist die Spannung zwischen *A* und *B* so erhöht, dafs auch dort eine Entladung stattfindet, so gut wie zwischen dem Metall und *A*.

1435. Dazu kommt, dafs wenn, wie gezeigt worden, der Act der Entladung einmal begonnen hat, die ganze Operation gleich einem unstabilen Gleichgewicht rasch zu Ende geführt wird (1370. 1418), der Act wird in seinem anderen Fortgang erleichtert, und andere Elektrizität als die, welche die erste nothwendige Spannung erzeugte, eilt zu dem Ort. Wenn demnach die Zerreißungs-Entladung an der Wurzel eines Licht-Büschels einmal angefangen hat, so findet die elektrische Kraft,

welche in dem am Stabe befestigten Conductor angehäuft ist, dort eine leichtere Entladung als anderswo, und folgt dem gleichsam für sie bezeichneten Weg, dabei den Conductor in einen partiell entladenen, und die Luft am Ende des Drahts in einen geladenen Zustand zurücklassend. Die zur Wiederherstellung der vollen Ladung des Conductors nöthige Zeit und die mehr oder weniger groſse Zerstreuung der geladenen Luft durch die vereinte Abstofsung von dem Conductor und Anziehung zu den Wänden des Zimmers, gegen welche die Vertheilung gerichtet ist, ist genau die Zeit, die zwischen einem Büschel und dem nächsten verstreicht (1420. 1427. 1431).

1436. Diese Beschreibung in Worten ist lang; allein so weit wir den Act oder die Kräfte, auf denen derselbe beruht, schätzen und messen können, giebt es nichts in dem Act, was verhinderte, dafs er *instantan* sey. Die Betrachtung von *Zeit* ist jedoch unter mehreren Gesichtspunkten wichtig (1418) und in Bezug auf Zerreissungs-Entladung scheint es der Theorie nach weit wahrscheinlicher, sie in einem Lichtbüschel als in einem Funken zu entdecken, denn bei einem Büschel befinden sich die Theilchen in der Linie, durch welche die Entladung geht, in sehr verschiedenen Intensitätszuständen, und die Entladung ist schon an der Wurzel des Büschels vollendet, ehe noch die Theilchen an den Spitzen der Verzweigungen das Maximum ihrer Intensität erreicht haben.

1437. Ich halte für wahrscheinlich, dafs eine Büschel-Entladung ein successiver Effect in dieser Weise sey. Die Entladung beginnt an der Wurzel (1426), und, indem sie sich nach und nach auf alle Theile des elementaren Büschels ausdehnt, geht sie fortdauernd von der Wurzel und den vorher gebildeten Theilen aus, bis der ganze Büschel vollendet ist; durch die Intensitäts- und Kraft Abnahme an dem Conductor hört er nun auf

einmal in allen Theilen auf, bis er, wenn diese Kraft wiederum bis zu einem hinlänglichen Grade gestiegen ist, wieder hergestellt wird. Allein bei den Funken sind, vermöge der Umstände, die Theilchen in der Entladungslinie, von nahe gleicher Intensität in ihrer Polarisation, und daher erleiden sie die Entladung so nahe in Einem Moment, daß die Wahrnehmung der Zeit für uns ganz unmöglich ist.

1438. Hr. Wheatstone hat bereits Versuche angestellt, welche diesen Punkt vollkommen erläutern. Er fand, daß der Büschel im Allgemeinen eine merkliche Dauer habe, konnte aber bei dem Funken nichts davon entdecken ¹⁾. Ich wiederholte, obwohl mit unvollkommenen Mitteln, in der Absicht seinen Versuch, um zu sehen, ob man an dem Stiel oder der Wurzel des Büschels eine längere Dauer als an den Verzweigungen wahrnehmen könnte, und die Erscheinungen waren wirklich so, daß sie mich an einen solchen Vorgang glauben machten.

1439. Daß die Entladung in Verzweigungen zerfällt, und von diesen aus durch Luftstrecken geht, die rücksichtlich der daselbst erlangten Polarisation und Spannungsstufe ihrer Theilchen ganz oder nahe gleich sind, ist ein sehr natürliches Resultat des vorübergehenden Zustands der Dinge, und eher zu erwarten, als daß die Entladung geradeaus in den Raum, in einer einzigen Linie zwischen den Theilchen hindurchginge, welche, in einigen Abstand am Ende des Stabes einen niedrigeren Spannungszustand besitzen als die näheren; und während wir nicht anders schließen können, als daß die Theilchen, wo die Zweige eines elementaren Büschels erscheinen, sich unter günstigeren Umständen zur Entladung befinden, als die dunkeln Stellen zwischen den Verzweigungen, können wir auch folgern, daß an den Stellen, wo das Licht der be-

glei-

1) *Phil. Transact.* 1835, p. 586, 590. (Ann. Bd. 34 S. 466.)

gleitenden Entladung gleich ist, auch die Umstände gleich seyen. Die elementaren Büschel sind keineswegs von gleicher Gestalt, selbst wenn man sie ohne Bewegung des Stabs oder der umgebenden Gegenstände (1427. 1433) beobachtet, und es läßt sich annehmen, daß die successiven Entladungen in die umgebende Luftmasse stattfinden, durch verschiedene Wege an jedem Büschel, je nachdem kleine Umstände, wie Staub u. s. w. (1391. 1392) die Bahn bei einer Reihe von Theilchen mehr als bei der anderen begünstigt haben.

1440. Die Büschel-Entladung erfordert nicht nothwendig einen Strom des Mediums, in welchem der Büschel erscheint; der Strom ist zwar fast immer da, allein er ist eine Folge des Büschels, und soll späterhin betrachtet werden. Hält man eine positiv geladene stumpfe Spitze gegen unisolirtes Wasser, so erscheint ein Stern oder ein Glimmen an der Spitze, ein Luftstrom geht von ihm aus und die Oberfläche des Wassers wird eingedrückt; bringt man aber die Spitze so nahe, daß ein hörbarer Büschel übergeht, so verschwindet der Luftstrom augenblicklich, und die Oberfläche des Wassers wird vollkommen eben.

1441. Die Entladung durch einen Büschel geschieht nicht durch alle Lufttheilchen in der Nähe des elektrisirten Conductors, von welchem der Büschel ausgeht; sondern es sind bloß die Theile elektrisirt, von denen die Verzweigungen ausgehen; die Luft in den centralen dunkeln Stellen zwischen ihnen erhalten keine Ladung, und in der That ist ihre elektrische und inductive Spannung zur Zeit der Entladung bedeutend geschwächt. Denn gesetzt Fig. 14 Taf. I stelle einen elementaren Büschel vor; die Vertheilung vor der Entladung geht von dem Stab ab und auswärts in divergirenden Linien gegen die entfernten Leiter, wie z. B. die Wände des Zimmers, und ein Theilchen α hat Polarität von einem gewissen Spannungsgrad, und strebt mit einer gewissen Kraft geladen

zu werden; allein im Moment der Entladung erlangt auch die Luft in den Verzweigungen *b* und *d* einen positiven Zustand, und setzt ihren Einfluss dem des positiven Conductors auf *a* entgegen, und dadurch wird die Spannung des Theilchens bei *a* eher verringert als erhöht. Die geladenen Theilchen bei *b* und *d* sind nun inductive Körper; allein die Linien ihrer Vertheilungskraft sind nach auswärts gegen die Wände des Zimmers gerichtet. Die Richtung der Polarität und die Tendenz der übrigen Theilchen, sich von diesen laden zu lassen werden durch diese Kraftlinien oder in Uebereinstimmung mit ihnen bedingt.

1442. Die Theilchen, welche geladen sind, sind es wahrscheinlich sehr stark; allein da das Medium ein Nichtleiter ist, so können sie diesen Zustand nicht den benachbarten mittheilen. Sie wandern daher unter dem Einfluss der anziehenden und abstoßenden Kräfte von dem geladenen Leiter gegen den nächsten unisolirten Leiter oder den nächsten Körper, der zu ihnen in einem verschiedenen Zustand befindlich ist, gerade wie Staubtheilchen wandern würden, und werden dann geladen; jedes Theilchen wirkt dabei auf seinem Wege als ein Centrum von Vertheilungskraft auf jeden ihm nahe kommenden Körper.

1443. Das Wandern dieser geladenen Theilchen bewirkt, wenn sie zahlreich sind, Wind und Ströme, allein diese kommen bei der *fortführenden Entladung* in Betracht (1319). Wenn es heisst, Luft sey elektrisirt, und sie wird es oft in der Nähe von Elektrisirmaschinen, so besteht sie, meiner Ansicht nach, aus einer Mischung von elektrisirten und nicht elektrisirten Theilchen, von denen die letzteren bei weitem die Mehrzahl ausmachen. Wenn wir durch eine Flamme oder durch Drähte Electricität aus der Luft einsammeln, so geschieht dieß entweder durch eine wirkliche Entladung dieser Theilchen oder durch Effecte, die auf deren vertheilenden Wirkung beruhen, und es steht in unserem Belieben den

einen oder den andern Fall hervorzubringen. Dafs das Gesetz der Gleichheit zwischen den beiden Kräften oder Formen von Kraft in der vertheilenden Wirkung eben so streng bei diesen Fällen aufrecht erhalten wird als in andern, ergibt sich aus der früher (1173. 1174) angeführten Thatsache, dafs, wie stark auch die Luft in einem Gefäfse positiv geladen werden mochte, doch ein genau gleicher Betrag von negativer Kraft an der Innenfläche des Gefäßes selbst vorhanden war, denn es konnte kein Rückstand von der einen oder andern Kraft erhalten werden.

1444. Ich habe nirgends gesagt, noch folgt es, dafs die Luft nur da geladen sey, wo ein Lichtbüschel erscheint. Die Ladung kann sich jenseits der sichtbaren Theilchen ausdehnen, d. h. Theilchen rechts und links von den Lichtlinien mögen Elektrizität erhalten; die Theilchen, welche leuchten, thun es nur, weil viel Elektrizität von ihnen zu andern Theilchen übergeht (1437); gerade wie bei der Funken-Entladung das Licht um so stärker ist, als mehr Elektrizität übergeht, obwohl es in keiner Beziehung steht zu der Menge, welche zum Beginn der Entladung erfordert wird (1370. 1420). Hienach ist die Gestalt eines Lichtbüschels keinesweges der Repräsentant der ganzen Menge von elektrisirter Luft; denn auch eine unsichtbare Portion, welche die sichtbare bis zu einer gewissen Tiefe überzieht, mag zugleich eine Ladung erhalten.

1445. Verschiedene Erscheinungen bei dem Salzsäuregas lassen mich glauben, dafs dieses Gas eine dunkle Entladung gestatte. Zugleich ist es aus der Theorie ganz klar, dafs in einigen Gasen das Umgekehrte stattfindet, d. h. dafs die Ladung der Luft sich nicht so weit wie das Licht erstreckt. Wir kennen das elektrische Licht noch zu wenig, um angeben zu können, worauf es beruht, und sehr möglich ist, dafs wenn Elektrizität in Luft ausbricht, deren sämtliche Theile sich in einem Span-

nungszustand befinden, das Licht von den Theilchen entwickelt wird; welche nicht zu der Zeit wirklich eine Ladung empfangen, sondern dieser blofs sehr nahe sind.

1446. Je weiter ein Büschel sich in ein Gas erstreckt, desto weiter wird ohne Zweifel die Ladung oder Entladung vorwärts geführt; diefs mag nach den Gasen verschieden seyn, und doch die zum ersten Moment der Entladung erforderliche Intensität nicht in demselben, sondern in einem andern Verhältnifs variiren. So haben meine Versuche gezeigt, dafs Stickgas weit feinere und gröfsere Büschel giebt als Salzsäuregas (1458. 1462), während die zum Beginn der Entladung erforderliche Intensität bei dem letzteren Gase weit höher als bei dem ersten ist (1395). Hier zeigen sich also wieder, wie bei vielen andern Qualitäten, specifische Unterschiede bei den verschiedenen gasigen Di-elektriciis, zum Beweise der speciellen Relation dieser zu dem Act und den Phänomenen der Vertheilung.

1447. Um diese Betrachtungen über den Charakter und die Beschaffenheit des Büschels zu vollenden, mufs ich sagen, dafs er ein Funke gegen Luft ist, eine Ausbreitung elektrischer Kraft auf Materie, nicht durch Leitung, sondern durch Zerreißungs-Entladung, ein verdünnter Funke, welcher, indem er zu sehr schlecht leitender Materie übergeht, häufig nur einen kleinen Antheil der in dem Leiter angehäuften Kraft entladet; denn da die geladene Luft auf den Leiter reagirt, während der Leiter, durch Verlust an Elektricität, in seiner Kraft abnimmt, so hört die Entladung rasch auf, bis, durch die Zerstreuung der geladenen Luft und die Erneuerung der Erregungszustände auf dem Leiter, die Umstände wieder auf ihren ersten wirksamen Zustand gestiegen sind, um wieder eine Entladung zu veranlassen, und wieder zu fallen und zu steigen.

1448. Büschel und Funke gehen allmählig in einander über. Macht man durch eine gute Elektrisirina-

schine mit großem ersten Conductor eine kleine Kugel positiv und nähert ihr eine große unisolierte Entladungskugel, so kann man sehr schöne Uebergänge vom Funken zum Lichtbüschel erhalten. Die von Van Marum ¹⁾, Harris ²⁾ und Anderen gelieferten Abbildungen langer und kräftiger Funken zeigen auch dieselben Erscheinungen an. Nach meinen Beobachtungen ist die Elektricität, wenn der Funke in Luft unter gewöhnlichem Druck büschelförmig geworden, nicht vollständig entladen, sondern nur theilweise, mehr oder weniger, je nach den Umständen; wogegen die Entladung vollkommen ist, sobald die Lichterscheinung auf ihrem ganzen Wege ein deutlicher Funke ist.

1449. Wenn ein elektrischer Büschel, von einem bis sechs Zoll Länge oder mehr, in freie Luft ausstrahlt, so hat er die Gestalt der Figur 3 Taf. I. Nähert man ihm aber eine Hand, eine Kugel oder irgend einen geknöpften Leiter, so biegen sich die Enden der Ausstrahlung gegen diesen Körper und gegen einander, so daß das Ganze, nach Umständen, Gestalten wie Fig. 5, 6, 7 Taf. I annimmt. Der Einfluss der Umstände ist hier in jedem einzelnen Fall leicht nachzuweisen, und ich würde sie hier beschreiben, schäme ich mich nicht, die Zeit der K. Gesellschaft mit so einleuchtenden Dingen in Anspruch zu nehmen. Wie schön erläutert indeß nicht die Krümmung der Verzweigungen die gekrümmte Form der Linien der vor der Entladung vorhandenen Vertheilungskraft! Denn die ersteren sind Folgen der letzteren, und nehmen ihren Weg bei jeder Entladung, wo die vorausgegangene inductive Spannung bis zu den geeigneten Grad gestiegen ist. Sie repräsentiren diese Curven gerade wie Eisenfeile die magnetischen Curven, und

1) Beschreibung der Teyler'schen Maschine, Vol. I p. 28, 32. Vol. II p. 226.

2) *Phil. Transact.* 1834, p. 243.

die sichtbaren Effecte sind bei beiden die Folgen der Wirkung der Kräfte *an den Orten*, wo die Effecte erscheinen. Diese Erscheinungen sind also abermalige und kräftige Zeugnisse (1216. 1230) zu Gunsten der aufgestellten Ansicht sowohl von der Vertheilung durch Di-elektrica hin in krummen Linien (1231) als auch von der Seitenwirkung dieser Linien, welche durch eine Art von Repulsion die Divergenz oder, wie in den abgebildeten Gestalten, die Bauchung erzeugen.

1450. In Bezug auf die Theorie der Molecular-Vertheilungswirkung muß ich hier noch anführen, daß der lange büschelförmig verzweigte Funke, welcher zwischen einer kleinen Kugel auf dem positiven Conductor einer Elektrisirmaschine und einer größeren, etwas entfernten Kugel erhalten werden kann (1448), einen abermaligen Beleg für sie liefert. Wie schön erläutert nicht dieser Funke den vorausgehenden Zustand *aller* Theilchen des Di-elektricums zwischen den Entladungsflächen, und wie verschieden sind nicht die Erscheinungen von jeglichen, die aus der Theorie, welche die Vertheilung als eine Wirkung in die Ferne und nur in geraden Linien, so wie die Ladung als eine auf der Oberfläche der Leiter durch den bloßen Druck der Atmosphäre zurückgehaltene Elektrizität annimmt, hergeleitet werden könnten!

1451. In verdünnter Luft sind die Erscheinungen beim Lichtbüschel nach den Umständen sehr mannigfaltig und ungemein schön. Zuweilen erhält man einen Büschel von nur sechs bis sieben Zweigen, die breit und sehr leuchtend sind, eine Purpurfarbe haben und an einigen Stellen um einen Zoll und mehr auseinanderstehen. Durch eine Funken-Entladung am ersten Conductor (1455) lassen sich einzelne Büschel nach Belieben erhalten. Die Entladung unter der Form eines Büschels wird durch

Verdünnung der Luft auf dieselbe Weise und aus demselben Grunde begünstigt, als die Entladung unter der Funkenform (1375); allein in jedem Fall geht eine Vertheilung und Ladung durch das Di-elektricum hin, so wie eine Polarität der Theilchen voraus (1437), und die Vertheilung wird, wie in jedem andern Falle, abwechselnd durch die Maschine gehoben und durch die Entladung geschwächt. Bei gewissen Versuchen wurde die Luftverdünnung bis zum äußersten Grad getrieben, und die einander gegenübergestellten leitenden Flächen möglichst nahe zusammengebracht, ohne daß indess ein Glimmen entstand. Die Büschel zogen sich dann in ihren Seitendimensionen zusammen, und folgten so rasch auf einander, daß anscheinend ein continuirlicher Lichtbogen von Metall zu Metall gebildet ward. Indess liefs sich doch die Entladung als intermittirend erkennen (1427), so daß selbst unter diesen Umständen einem jeden Büschel eine Vertheilung vorausging, und der gespannte Polarisationszustand der an einander gränzenden Theilchen, war eine nothwendige Vorbereitung für die Entladung.

1452. Die Büschelform der Zerreißungs-Entladung läßt sich nicht blofs in Luft und Gasen, sondern auch in einem weit dichteren Medium erhalten. Ich erzeugte sie in Terpentbinöl an dem Ende eines Drahts, welches durch eine Glasröhre in das in einem Metallgefäfs enthaltene Oel ging. Der Büschel war indess klein und sehr schwierig zu erhalten; die Verzweigungen waren einfach und ausgestreckt, sehr stark von einander divergirend. Das Licht war außerordentlich schwach, seine Wahrnehmung erforderte ein völlig dunkles Zimmer. Wenn sich in der Flüssigkeit einige feste Theilchen, wie Staub oder Seide, befanden, wurden die Büschel mit weit größerer Leichtigkeit erzeugt.

1453. Das Zusammenlaufen oder Verschwimmen verschiedener Entladungslinien (1412) ist sehr schön an

dem Büschel in Luft zu sehen. Diese Erscheinung mag einige Schwierigkeit darbieten für Diejenigen, welche nicht gewohnt sind, in jeder Entladung eine gleiche Kraftäufserung in entgegengesetzten Richtungen zu erblicken, sondern einen positiven Büschel (vielleicht wegen des gewöhnlichen Ausdrucks: *Richtung eines Stroms*) eher als Anzeige des Ausbruchs der ursprünglichen Kraft in verschiedenen Richtungen betrachten, denn als eine Tendenz zur Convergenz und Einigung in Eine Linie des Durchgangs. Allein der gewöhnliche Fall des Büschels kann, zu seiner Erläuterung, verglichen werden mit dem, wo man den Knöchel dem höchst erregten Glase gegenüber hält und eine Entladung eintritt; es gehen dann die Zweige eines Büschels von dem Glase aus und convergiren an dem Knöchel zu einem Funken. Obwohl etwas schwierig, ist es doch möglich eine Entladung zu bekommen zwischen höchst erregten Schellack und dem erregten Glase einer Maschine; wenn die Entladung geschieht, so ist sie, vermöge der Natur der geladenen Körper, ein Büschel an jedem Ende und ein Funke in der Mitte, ein schönes Beispiel liefernd von der früher (1418) beschriebenen Tendenz der Entladung, gleiche Wirkung zu erleichtern.

1454. Der Büschel hat in verschiedenen Gasen *specifische Charaktere*, welches eine Relation zu den Theilchen dieser Körper anzeigt, selbst in stärkerem Grade als der Funke (1422. 1423). Diese Erscheinung steht im strengen Contrast mit der Einflußlosigkeit des Gebrauches verschiedener Substanzen als *Conductoren*, um an ihnen den Büschel hervorzubringen. Gebraucht man z. B. Holz, Karte, Holzkohle, Salpeter, Citronsäure, Klee-säure, Bleioxyd, Chlorblei, kohlenaures Kali, Aetzkali, starke Kalilösung, Vitriolöl, Schwefel, Schwefelantimon oder Hämatit, so zeigt sich in dem Charakter der erhaltenen Büschel keine Verschiedenheit, ausgenommen, daß sie (was von dem Grade ihrer Leitungsfähigkeit abhängt)

die Entladung aus der Maschine mit größerer oder geringerer Leichtigkeit und Schnelligkeit bewirken ¹⁾).

1455. Folgendes sind einige der Erscheinungen, die ich an positiv geladenen Flächen in verschiedenen Gasen unter verschiedenem Druck beobachtet habe. Die Verdünnung hatte im Allgemeinen in allen Gasen dieselbe Wirkung. Zuerst gingen Funken über, allmählig verwandelten diese sich in Büschel, welche breiter und deutlicher in ihren Verzweigungen wurden, bis endlich die letzteren, bei fernerer Verdünnung, anfangen zusammenzusinken und einander anzuziehen, einen Streifen (*stream*) bildend von einem Leiter zum andern; dann schossen einige Seitenstreifen von den Leitern zu den Glaswänden des Gefäßes aus, welche dick (*thick, flossy*) und weich im Ansehen waren, und ihnen folgte ein volles constantes Glimmen, welches den Entladungsdraht bedeckte. Die Erscheinungen veränderten sich mit der Gröfse des Gefäßes (1477), dem Grade der Verdünnung und der Elektricitäts-Entladung aus der Maschine. Wenn letztere in successiven Funken begriffen war, zeigten sie sich am schönsten. Die Wirkung eines Funkens aus einer kleinen Maschine war gleich und oft besser als die, welche die *constante* Entladung einer weit kräftigeren liefert.

1456. *Luft.* — Unter gewöhnlichem Druck sind in der Luft schöne positive Büschel von dem wohl bekannten Purpurlicht leicht zu erhalten. In verdünnter Luft sind die Verzweigungen sehr lang und die Kugel ausfüllend (1477), das Licht ist sehr stark und von schöner Purpurfarbe, zuweilen mit einem Stich in's Rosenrothe.

- 1) Ausnahme muß natürlich von den Fällen gemacht werden, wo die Wurzel des Büschels ein Funke geworden ist, und daselbst eine kleine Fortschleuderung (Diffusion) und selbst Zersetzung bewirkt, dadurch denn an dieser Stelle mehr oder weniger von einer besondern Farbe erlangend.

1457. *Sauerstoff*. — Unter gewöhnlichem Druck ist der Büschel sehr dicht und zusammengedrückt, von matt weislicher Farbe. In verdünntem Sauerstoff sind Gestalt und Ansehen besser, die Farbe etwas purpurn, doch alle Eigenschaften sehr ärmlich im Vergleich zu denen in der Luft.

1458. *Stickstoff* giebt an der positiven Fläche die Büschel weit leichter als irgend ein anderes von mir untersuchtes Gas; sie sind in Gestalt, Licht und Farbe fast immer schön, im verdünnten Stickgas sogar herrlich. Sie übertreffen, was entwickelte Lichtmenge betrifft, die Entladungen in jedem anderen Gase.

1459. *Wasserstoff*, unter gewöhnlichem Druck, giebt einen besseren Büschel als Sauerstoff, doch keinen solchen wie Stickstoff; die Farbe ist grünlich. In verdünntem Wasserstoff sind die Verzweigungen, was Gestalt und Deutlichkeit betrifft, sehr schön, aber blafs von Farbe; mit einem weichen, sammtartigen Ansehen, und gar nicht gleich denen in Stickstoff. Bei höchst verdünntem Zustand des Gases ist die Farbe des Licht sein blasses Graugrün.

1460. *Steinkohlengas*. — Die Büschel sind etwas schwierig zu erzeugen, darin einen grossen Contrast mit denen im Stickstoff darstellend. Sie sind kurz und stark, gewöhnlich von grüner Farbe. Sie besitzen viel vom Charakter des Funkens; denn sie kommen an der positiven und negativen Fläche vor, und oft ist zwischen den beiden Büscheln ein dunkler Raum von einiger Länge, bis das kurze scharfe Geräusch eines Funkens sich hörbar macht, wie wenn die Entladung durch dies Gas plötzlich geschähe. Im verdünnten Steinkohlengase sind die Formen besser, aber das Licht ist sehr schwach und die Farbe grau.

1461. *Kohlensäuregas* liefert unter gewöhnlichem Druck einen in Bezug auf Grösse, Licht und Farbe sehr ärmlichen Büschel, was wahrscheinlich zusammenhängt

mit der Neigung dieses Gases die Elektricität in Funkenform zu entladen (1422). In verdünntem Kohlensäuregas ist der Büschel besser von Gestalt, doch schwächer an Licht, und von matt grünlicher oder purpurrother Farbe, verschieden nach Druck und anderen Umständen.

1462. *Salzsäuregas*. — Unter gewöhnlichem Druck hält es sehr schwer einen Büschel in diesem Gase zu bekommen. Bei allmäliger Vergrößerung des Abstandes zwischen den zugerundeten Enden, verschwinden die Funken plötzlich, wenn der Abstand ungefähr einen Zoll beträgt, und die dann noch durch das Gas in der Kugel stattfindende Entladung ist eine ruhige und dunkle. Hin und wieder ist zwar auf wenige Augenblicke ein kurzer Büschel zu erhalten; allein er verschwindet wiederum schnell. Selbst bei Anwendung eines intermittirenden Funkenstroms aus der Maschine (1455) konnte ich nur schwierig einen Büschel erhalten, und zwar einen sehr kurzen, obwohl ich Stäbe mit zugerundeten Enden (von etwa 0,25 Zoll Durchmesser) anwendete, die in Luft und Stickgas mit größter Leichtigkeit einen gegeben hatten. Während der Zeit dieser Schwierigkeit mit dem Salzsäuregas gingen prachtvolle Büschel von verschiedenen Stellen der Maschine in die umgebende Luft über. Beim Verdünnen des Gases ward die Bildung des Büschels erleichtert; allein gewöhnlich war er doch von kleiner untergesetzter Gestalt, sehr arm an Licht und sehr ähnlich an beiden Flächen, der positiven und negativen. Bei noch größerer Verdünnung des Gases wurden einige wenige große Verzweigungen von blafsbläulicher Farbe erhalten, die denen im Stickgas äußerst ungleich waren.

1463. In allen Gasen können die verschiedenen Formen der Zerreißungs-Entladung mit einander verknüpft und allmälig von einem Extrem bis zum andern, d. h. vom Funken bis zum Glimmen (1405) oder vielleicht bis zu einem anderweitigen Zustand der dunkeln Entladung,

in einander verfolgt werden; allein desungeachtet ist es sehr überraschend zu sehen, was für einen specifischen Charakter eine jede, unter der Herrschaft eines allgemeinen Gesetzes, annimmt. So ist in Salzsäuregas der Funke sehr schwer zu erhalten, und an seine Stelle tritt fast eine dunkle Entladung, theilnehmend an der Leichtigkeit der Funkenwirkung. Ueberdies habe ich in Salzsäure niemals den Funken mit einem dunkeln Zwischenraum darin beobachtet. In Stickgas ändert der Funke leicht seinen Charakter in den des Büschels um. Das Kohlensäuregas gewährt eine Funken-Entladung mit Leichtigkeit, während es durch Schwierigkeit der Büschelbildung vom Stickgas, und durch Leichtigkeit, den Funken zu unterhalten vom Salzsäuregas verschieden ist. Diese Verschiedenheit bekräftigt erstens die über den Funken in verschiedenen Gasen (1422. 1423) schon gemachten Beobachtungen, und dann die daraus herleitbaren Beweise über die Relation der elektrischen Kräfte zu den Körpertheilchen.

1464. Die Eigenthümlichkeiten des Stickgases in Bezug auf elektrische Entladungen (1422. 1458) äußern offenbar einen wichtigen Einfluß auf die Gestalt und selbst auf das Erscheinen der Blitze. Denn dieses Gas, welches am leichtesten Verästelungen: (*Coruscations*) erzeugt, und dadurch die Entladung in weit größere Ferne verpflanzt als irgend ein anderes untersuchtes Gas, macht auch bekanntlich vier Fünftel unserer Atmosphäre aus. Und da bei den atmosphärisch-elektrischen Erscheinungen die eine und zuweilen beide Vertheilungskräfte sich in den Lufttheilchen aufhalten, welche, obwohl in ihrer Leitungsfähigkeit wahrscheinlich durch die Wassertheilchen abgeändert, doch nicht als gute Leiter betrachtet werden können, so hat die Eigenthümlichkeit des Stickstoffs, Entladungen unter der Gestalt von Büscheln und Verästelungen zu veranlassen und zu bewirken, vermuthlich eine wichtige Beziehung zu seinem elek-

trischen Dienst in der Natur, indem es die Beschaffenheit einer eintretenden Entladung am bedeutendsten abändert. Die Entladung aus und durch Gase bildet einen der wichtigsten Gegenstände der Elektrizitätslehre, der schon allein in Bezug auf atmosphärische Elektrizität die ausgedehnteste und wichtigste Untersuchung verlangt.

Verschiedenheit der Entladung an der positiven und negativen leitenden Fläche.

1465. Ich vermied, mehr als es nöthig war, von dieser wohlbekannten Erscheinung zu sprechen, um Alles, was ich über dieselbe zu sagen habe, hier zusammenzufassen. Bei der Büschel-Entladung in Luft an der positiven und negativen Fläche zeigt sich ein sehr auffallender Unterschied, dessen volles Verständniß unzweifelhaft von größter Wichtigkeit für die Elektrizitätslehre seyn würde.

1466. Diesen Unterschied bezeichnete man früher so, daß man sagte, eine positiv geladene Spitze gäbe Büschel in der Luft, eine negativ geladene einen Stern. Dieß ist jedoch nur wahr für schlechte Leiter oder für metallische Leiter, die intermittirend geladen oder sonst durch Seiten-Vertheilung afficirt werden. Wenn Metallspitzen frei in die Luft hineinragen, ist das positive und negative Licht auf ihnen sehr wenig im Ansehen verschieden, und der Unterschied läßt sich nur bei genauer Untersuchung wahrnehmen.

1467. Die Erscheinungen sind nach den Umständen sehr verschieden, lassen sich indess wohl so angeben: Wenn ein Metalldraht mit rundem Ende in freier Luft zur Bildung der Büschel-Entladung gebraucht wird, so sind die Büschel, bei negativer Ladung des Drahts, sehr ärmlich und klein in Vergleich zu denen bei positiver Ladung; oder wenn eine große, mit der Elektrisirmaschine verbundene Metallkugel *positiv* geladen und

ibr eine feine unisolirte Spitze allmählig genähert wird, so erscheint an dieser, so lange sie in beträchtlichem Abstände ist, ein Stern, der, obwohl heller werdend, seine Gestalt nicht ändert, bis er dicht an die Kugel gekommen; ist dagegen die Kugel *negativ* geladen, so erscheint, bei bedeutendem Abstand der Spitze, an dieser ebenfalls ein Stern, wie zuvor; allein bei größerer Annäherung (bei mir bis zum Abstände von 1,5 Zoll) bildet sich an der Spitze ein Büschel, der sich bis zur negativen Kugel ausdehnt, und noch näher (bei 0",125 Abstand) hört der Büschel auf, und es schlagen Funken über. Diefs möchte die ganze Reihe von Verschiedenheiten einschließen und zugleich zeigen, daß die negative Fläche ihren Entladungscharakter unverändert behält, während die positive Fläche unter ähnlichen Umständen eine große Mannigfaltigkeit darbietet.

1468. Bei dem Charakter der negativen Entladung in die Luft giebt es mehr beachtenswerthe Punkte. Ein Metallstab von 0,3 Zoll Durchmesser und zugerundetem, in die Luft hineinragenden Ende, gab bei negativer Ladung einen kurzen lauten Büschel (Fig. 8 Taf. I). Sowohl durch das Auge (1427. 1428), als durch das Ohr (1431) wurde ermittelt, daß die successiven Entladungen sehr rasch auf einander folgten, indem in gleicher Zeit sieben bis acht Mal mehr eintraten als bei positiver Ladung des Stabes zu gleichem Grade. Bei positiver Ladung des Stabes war es leicht durch etwas schnelleres Drehen der Maschine den Büschel in ein Glimmen (1405. 1463) zu verwandeln; allein bei negativer Ladung liefs sich die Umwandlung durchaus nicht bewirken. Selbst wenn man die Hand gegen den Draht hielt, war der Erfolg nur der, daß die Anzahl der Büschel-Entladungen in gegebener Zeit vergrößert und zugleich der Ton erhöht wurde.

1469. Eine Spitze gegenüber dem negativen Büschel zeigte einen Stern, und bei größerer Annäherung

bewirkte sie erstlich eine Abnahme des negativen Büschels in Gestalt und Geräusch, und zuletzt ein gänzlich Aufhören desselben, so daß das negative Ende ruhig und finster ward, doch noch zu entladen fortfuhr.

1470. Wurde das zugerundete Ende eines dünneren Drahts. (Fig. 9 Taf. I) dem negativen Büschel genähert, so zeigte es (durch Vertheilung positiv geworden) bei 8 Zoll Abstand ein ruhiges Glimmen, während der negative Büschel fortbestand. Mehr genähert, erhöhte sich das Geräusch des negativen Büschels, eine schnellere Intermittenz anzeigend (1431); noch näher, sandte das positive Ende Verästelungen und deutliche Büschel aus, und zugleich zog sich der negative Büschel in seinen Seiten-Richtungen zusammen, eine eigenthümliche schmale, längliche Gestalt, wie ein Haarpinsel, annehmend; die beiden Büschel waren gleichzeitig vorhanden, doch sehr verschieden in ihrer Gestalt und ihrem Aussehen, besonders darin, daß die negativen Entladungen weit rascher erfolgten als die positiven. Als zu demselben Versuch ein kleinerer positiver Draht gebraucht ward, erschien auf ihm zuerst ein Glimmen und dann ein Büschel, während zugleich der negative Büschel afficirt wurde. Bei Einem Abstände wurden beide außerordentlich gleich im Ansehen, und die Töne kamen, glaube ich, in Einklang; jedenfalls waren sie in Harmonie, so daß die Intermittenzen entweder isochron waren oder in einem einfachen Verhältniß zu einander standen. Bei stärkerer Wirkung der Maschine, sonst aber ungeänderten Drähten, ward die negative Fläche dunkel und ruhig, und an der positiven erschien ein Glimmen. Eine noch stärkere Wirkung verwandelte das letztere in einen Funken. Noch dünnere positive Drähte gaben andere Veränderungen dieser Erscheinung.

1471. Nun wurde ein dünnerer Stab mit dem negativen Conductor anstatt des dickeren (1468) verbunden, und dessen Ende wurde nach und nach in eine

stumpfe Spitze, wie in Fig. 10 Taf. I, verwandelt; es war niedlich dabei zu beobachten, daß, ungeachtet der Veränderung des Büschels, im Allgemeinen dieselbe Ordnung von Erscheinungen erzeugt ward. Das Ende gab einen kleinen knisternden (*sonorous*) negativen Büschel, welcher bei Annäherung der Hand oder einer großen leitenden Fläche sich nicht änderte, so lange diese nicht so nahe war, daß ein Funke entstand. Eine feine Spitze ihm gegenübergestellt, ward in einigem Abstand leuchtend; näher heran, zerstörte sie nicht das Licht und das Geräusch des negativen Büschels, sondern es suchte sich nur auf ihr selbst ein Büschel zu erzeugen, welcher, bei noch größerer Nähe, in einen die beiden Flächen vereinigenden Funken überging.

1472. Wenn negative und positive Büschel gleichzeitig und in Bezug auf einander in Luft gebildet werden, hat der erstere immer eine zusammengezogene Gestalt, wie in Fig. 11 Taf. I, sehr ähnlich der, welche der positive Büschel besitzt, wenn von seitwärts her positive Theile durch Vertheilung auf ihn wirken. So hat ein Büschel, der von der Spitze eines einspringenden Winkels am positiven Conductor erscheint, dieselbe gedrungene Form (Fig. 12 Taf. I).

1473. Der Charakter des negativen Büschels wird nicht durch die chemische Natur der Leiter abgeändert, sondern nur durch deren Grad von Leitungsfähigkeit.

1474. Verdünnung der gemeinen Luft um eine negative Kugel oder stumpfe Spitze erleichtert die Entwicklung des negativen Büschels, mehr, glaube ich, als die des positiven, obwohl die von beiden bedeutend. Ausgedehnte Verästelungen lassen sich erhalten aus einem negativ elektrisirten Knopf oder Ende gegen die Platte der Luftpumpe, auf welcher die, den Knopf oder das Ende enthaltende Flasche steht.

1475. Eine sehr wichtige Veränderung in den relativen Gestalten und Beschaffenheiten des positiven und
ne-

negativen Büschels erfolgt, wenn man mit dem Di-elektricum, in welchem sie gebildet werden, wechselt. Die Verschiedenheit ist so groß, daß sie auf eine spezifische Relation dieser Entladungsform zu dem besonderen Gase, worin sie stattfindet, hindeutet, und der Ansicht widerspricht, als seyen die Gase bloß Hindernisse für die Entladung, die einander gleich und bloß im Verhältnisse zu deren Druck wirkten (1377).

1476. In *Luft* ist bekanntlich der positive Büschel der überwiegende (1467. 1472). In *Stickgas* ist er eben so groß und selbst größer als in *Luft* (1458). In *Wasserstoff* verliert der positive Büschel etwas von seiner Ueberlegenheit, indem er nicht so gut als in *Stickgas* und *Luft* ist, während der negative Büschel nicht beeinträchtigt erscheint (1459). In *Sauerstoff* ist der positive Büschel gedrungen und ärmlich (1457), während der negative nicht verschlechtert scheint; beide sind so gleich, daß das Auge sie häufig nicht von einander unterscheiden kann, und diese Gleichheit bleibt bei allmählicher Verdünnung der *Luft*. Im *Steinkohlengas* sind die Büschel im Vergleich zum *Stickgas* (1460) schwierig hervorzubringen, und der positive ist nicht viel ausgezeichnet als der negative, weder bei gewöhnlichem noch bei niedrigem Druck. In *Kohlensäuregas* findet diese Annäherung im Charakter ebenfalls statt. In *Salzsäuregas* ist der positive Büschel sehr wenig besser als der negative, und beide sind, im Vergleich mit der Leichtigkeit in *Stickstoff* und *Luft*, schwierig zu erzeugen (1462).

1477. Diese Versuche wurden mit Messingstäben von etwa einem Viertelzoll Dicke und zugerundeten Enden angestellt, und die Enden standen in einer, das zu untersuchende Gas enthaltenden Glaskugel von 7 Zoll Durchmesser einander gegenüber. Der mit der Elektrirmaschine verbundene Stab wurde, mittelst dieser, bald positiv, bald negativ elektrisirt.

1478. So sehen wir denn, dafs, ungeachtet im Allgemeinen die Ueberlegenheit des positiven Büschels über den negativen, verschieden ist, diese Verschiedenheit im Stickgas und in der Luft ihr Maximum erreicht, während sie im Kohlensäure-, Salzsäure-, Steinkohlen- und Sauerstoffgas geringer ist, und beim letzteren fast ganz verschwindet. Diese Erscheinungen, wie alle übrigen bisher untersuchten, sprechen also für die Ansicht, welche die Resultate auf eine directe Relation der elektrischen Kräfte zu den Theilchen des in der Wirkung begriffenen Körpers bezieht (1421. 1423. 1463). Selbst wenn specielle Erscheinungen unter der Operation des allgemeinen Gesetzes entstehen, scheint die angenommene Theorie vollkommen für sie ausreichend.

1479. Ehe ich weiter schreite, die wahrscheinliche Ursache des Unterschiedes der positiven und negativen Büschel-Entladung zu ermitteln, wünsche ich die Resultate einiger, schon vorbereiteter Versuche kennen zu lernen, und da, glaube ich, diese Reihe von Untersuchungen bereits lang genug ist, so werde ich sie hier beschliessen, hoffend, in einigen Wochen meine Forschung erneuen und mein Pfand (1306) vollständig einlösen zu können.

II. *Beobachtungen über chemische Veränderungen, welche Salpetersäure, Weingeist und Aether unter dem gedoppelten Einflusse des Volta'schen Stromes und des Platins erleiden; von C. F. Schönbein.*

Es ist eine schon ziemlich lang bekannte Thatsache, daß das Zersetzungsverhalten der in den Volta'schen Kreis gestellten Salpetersäure von ihrem Concentrationsgrade abhängig ist. Sehr starke Säure gestattet nicht, daß an dem in sie eintauchenden negativen Poldrahte Wasserstoff frei werde, indem dieses, durch den Strom aus dem Wasser geschiedene Element mit einem Theile des Sauerstoffs der Salpetersäure sich vereinigt, letztere dadurch in salpetriche Säure umwandelnd; während eine verdünntere Säure an den Elektroden Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniß auftreten läßt, in welchem diese Stoffe Wasser bilden. Es scheint aber bis jetzt der Beobachtung entgangen zu seyn, daß selbst bei Anwendung der allerstärksten Säure dennoch einige Augenblicke lang eine Gasentwicklung am negativen Pole stattfindet. Diese häufig von mir beobachtete Erscheinung war es, welche mich veranlafte, die Salpetersäure in Bezug auf deren Verhalten zum Volta'schen Strom einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen und möglichst scharf die Umstände zu bestimmen, von welchen die Verschiedenheit der chemischen Wirkung der Säule auf besagte Flüssigkeit abhängig ist. Die aus meinen Versuchen hervorgegangenen Resultate sind von so eigenthümlicher Art, daß sie mir der Veröffentlichung werth zu seyn scheinen. Ehe ich dieselben darlege, bemerke ich, daß die von mir bei dieser Untersuchung gebrauchte Volta'sche Vorrichtung eine aus 16 kleinen Elementen

bestehende Bechersäule war, in der Art eingerichtet, daß mittelst einer Walze die Plattenpaare beliebig tief in die excitirende Flüssigkeit eingetaucht, also nach Willkür stärkere oder schwächere Ströme erhalten werden konnten.

Wird reine Salpetersäure von 1,49 durch einen Platindraht mit dem positiven Pol der eben erwähnten Säule verbunden, und führt man einen mit dem negativen Pole vereinigten Draht des gleichen Metalles in die Säure ein, so entwickelt sich, wie bereits bemerkt, an diesem im Momente des Eintauchens eine gasförmige Substanz, die ohne Zweifel Wasserstoff ist. Diese Erscheinung dauert aber höchstens eine Secunde lang an. Wird besagte Säure dem Volumen nach zur Hälfte mit Wasser verdünnt, so findet unter den vorhin angegebenen Umständen die Gasentwicklung an der negativen Elektrode während zwei bis drei Secunden statt; in einem Gemische aus gleichen Raumtheilen Säure und Wasser bestehend, währt die Gasentwicklung wenigstens eine halbe Minute hindurch, und enthält die Säure auf ihr eigenes Volumen zwei Raumtheile Wassers, so hört die Entwicklung des Wasserstoffgases am negativen Poldraht nie freiwillig auf, sondern dauert ohne Unterbrechung fort, so lange ein Strom durch die Säure geht. Ich muß hier schon die Bemerkung machen, daß die Dicke des negativen Poldrahtes einen merklichen Einfluß ausübt auf die Dauer der an ihm stattfindenden Gasentbindung, und zwar in der Weise, daß jene um so kürzer ausfällt, je größer der Durchmesser des Platindrahts ist. Es wird aus weiter unten stehenden Angaben erhellen, daß ebenfalls der Cohärenzzustand des Platins, das als negative Elektrode dient, sehr bestimmend auf das Resultat einwirkt, wie auch die Stärke des Stromes, der bei dem Versuche in Anwendung gebracht wird.

Bedient man sich nun einer Säure als Versuchsflüssigkeit, die einen solchen Concentrationsgrad besitzt, daß

innerhalb derselben die Wasserstoffgas-Entbindung an der negativen (aus einem etwa eine halbe Linie dicken Platindraht bestehenden) Elektrode früher oder später von selbst aufhört, so kann man den Platindraht, bestimmt als negativer Pol zu dienen, durch verschiedene Mittel in einen solchen Zustand versetzen, daß an demselben (dem Drahte) gar keine Gasentwicklung stattfindet. Ich will diese eigenthümliche Beschaffenheit des Drahtes seinen außerordentlichen Zustand nennen.

Diese Mittel sind:

- 1) Verbindung der Poldrähte vor ihrer Einführung in die Säure. Wird der negative Poldraht, ehe man ihn in die Versuchsflüssigkeit bringt, mit dem in letztere schon eintauchenden positiven Poldraht in Berührung gesetzt, in diesem Zustande selbst in die Säure eingeführt und, in dieser angelangt, von der positiven Elektrode entfernt, so entwickelt sich an ihm kein Gas. Ich muß indessen bemerken, daß dieser Effect nicht mehr erhalten wird, wenn man eine Versuchsflüssigkeit anwendet, die aus einem Volum Salpetersäure von 1,49 und einem Volum Wasser besteht.

- 2) Glühen oder starkes Erhitzen des zum Eintauchen in die Säure bestimmten Endes der negativen Elektrode.

Taucht der positive Poldraht bereits in die Flüssigkeit ein und erhitzt man bis zum Glühen das freie Ende des negativen Poldrahtes, so wird an diesem bei seinem Eintreten in die Säure kein Gas sich entbinden.

- 3) Uebertragung.

Die merkwürdigste und auffallendste Weise, dem Platindraht, als negativer Elektrode, die Fähigkeit zu benehmen, innerhalb der Salpetersäure Wasserstoffgas an sich entwickeln zu lassen, ist unstreitig diejenige, welche in dem Uebertragen des außergewöhnlichen Zustan-

des von einem Drahte auf den andern zu bestehen scheint. Tauchen beide Poldrähte in die Versuchsflüssigkeit ein, und entwickelt sich an dem negativen kein Gas, so kann ein zweiter Draht, der an einem seiner Enden mit dem negativen Pole communicirt, in die Säure eingeführt werden, ohne dafs hiedurch eine Gasentwicklung verursacht würde. Der aufserordentliche Zustand dieses zweiten Drahtes dauert aber nicht etwa nur so lange an, als der ursprüngliche negative Poldraht mit der Säule verbunden bleibt, sondern jener währt auch dann noch fort, wenn dieser aufserhalb des Volta'schen Kreises gebracht worden ist. Es wird wohl kaum der Erwähnung bedürfen, dafs von dem zweiten Drahte der eigenthümliche Zustand auf einen dritten, von diesem auf einen vierten etc. übertragen werden kann, vorausgesetzt, dafs der Versuch unter den vorhin angegebenen Umständen angestellt werde. Auch werde ich nicht ausdrücklich anzuführen nöthig haben, dafs es hinsichtlich des Resultates vollkommen gleichgültig ist, auf welche Weise im ursprünglichen negativen Poldrahte der aufserordentliche Zustand hervorgerufen worden ist.

Hat nun ein Platindraht die Fähigkeit verloren, als negative Elektrode Wasserstoff an sich entwickeln zu lassen, so kann ihm dieses Vermögen durch verschiedene Mittel wiedergegeben werden.

Die einfachste Art diesen Zweck zu erreichen, besteht darin, dafs man den Draht aus der Flüssigkeit herausnimmt und in die Luft hält. Je stärker die Säure ist, innerhalb welcher der Draht sich im aufserordentlichen Zustande befunden, um so länger mufs jener (der Draht) in der Luft liegen, damit er bei seinem Wiedereintauchen in die Säure und seiner Verbindung mit der Säule die Wasserstoffgas-Entwicklung wieder an sich gestatte. Dient als Versuchsflüssigkeit ein Gemisch, aus einem Rauntheil Salpetersäure von 1,49 und einem Volumen Wassers bestehend, so braucht der Draht, um

seinen außerordentlichen Zustand zu verlieren, nur einen Augenblick aus der Säure entfernt zu werden. Ja bei Anwendung des eben erwähnten Gemisches ist das Wegnehmen des Drahtes aus der Flüssigkeit gar nicht einmal nothwendig; es reicht hin, auf irgend eine beliebige Weise das Kreisen des Stromes durch denselben (den Draht) nur für wenige Augenblicke zu unterbrechen. In gegebenen Fällen (siehe weiter unten) läßt sich der außerordentliche Zustand sogar durch bloße Erschütterung des Drahtes aufheben, während derselbe als negative Elektrode dient und in die Versuchsflüssigkeit eintaucht.

Nach Angabe der allgemeinen von mir erhaltenen Resultate will ich noch einige Versuche näher beschreiben, welche ich mit Salpetersäure von 1,35 und mit wässrigen Verdünnungen derselben angestellt habe.

Erster Versuch. Als Versuchsflüssigkeit diene Salpetersäure von 1,35. Ein Platindraht von einer halben Linie Dicke tritt freiwillig in den außerordentlichen Zustand, nachdem er 5" als negative Elektrode functionirt hat. Der gleiche Zustand läßt sich in einem solchen Platindraht durch die weiter oben unter 1), 2) und 3) angeführten Mittel hervorbringen. Nachdem der Draht in seiner aufsergewöhnlichen Beschaffenheit einige Zeit als negative Elektrode gedient hat, erscheinen an demselben einige Bläschen, welche jedoch nur von der Zersetzung der um den Draht sich anhäufenden salpetrichen Säure und nicht von Wasserstoff herzurühren scheinen. Ist das zum Eintauchen in die Säure bestimmte Ende des negativen Poldrahtes schwammförmiges Platin, so entwickelt sich an letzterem eben so wenig im Augenblicke seines Eingeführtwerdens in die Säure, als späterhin auch nur eine Spur von Gas.

Zweiter Versuch. Versuchsflüssigkeit $\equiv 3$ Volumen Salpetersäure von 1,35 $+ 1$ Volumen Wassers. Der Platindraht tritt als negative Elektrode nicht mehr frei-

willig in den außerordentlichen Zustand, auch kann letzterer nicht hervorgerufen werden durch das oben unter 1) angegebene Mittel, wohl aber durch Glühen und Mittheilung. Der im außerordentlichen Zustand befindliche Draht braucht nur innerhalb der Flüssigkeit erschüttert oder bewegt zu werden, um dauernd seine gewöhnliche Beschaffenheit anzunehmen, der gleiche Zweck wird erreicht, indem man für wenige Augenblicke das Platin außerhalb des Volta'schen Kreises bringt. Schwammförmiges Platin als negative Elektrode gebraucht, verhindert jede Gasentwicklung, ohne hiezu der Erwärmung oder der anderen Mittel zu bedürfen, wodurch im Drahtförmigen Metalle der außerordentliche Zustand hervorgebracht wird.

Dritter Versuch. Versuchsflüssigkeit = 3 Vol. Salpetersäure von 1,35 + 2 Vol. Wassers. Unter diesen Umständen verhält sich alles wie beim zweiten Versuch, nur mit dem Unterschied, daß wenn ein compacter Platindraht durch Glühen oder Mittheilung in den außerordentlichen Zustand versetzt werden soll, derselbe (der Draht) an demjenigen seiner Enden, das zum Eintauchen in die Säure bestimmt ist, zu einem Knäuel aufgewunden seyn muß. Auch ist zur Erreichung besagten Zweckes nöthig, daß mit dem knäueelförmigen erhitzten Ende die Säule geschlossen ward; denn läßt man dasselbe erst in die Säure eintauchen und verbindet dann das andere gewöhnliche Drahtende mit dem negativen Pol, so tritt Gasentwicklung, wie an einem gewöhnlichen Drahte, ein. Schwammförmiges Platin bedarf weder Erwärmung noch irgend eines anderen Mittels, um die Entbindung des Wasserstoffs gleich von Anfang an zu verhindern.

Vierter Versuch. Versuchsflüssigkeit = 1 Vol. Salpetersäure + 1 Vol. Wassers. Schwammförmiges Platin muß, ehe es zur negativen Elektrode gemacht wird, bis zum Glühen erhitzt werden, damit es die Wasserstoff-

gas-Entwicklung verbindere. Ist dasselbe mit der Versuchssäure befeuchtet, so bedarf es, um in den außerordentlichen Zustand zu treten, nur einer mäßigen Erwärmung. Einfachem Platindraht läßt sich unter gar keinerlei Umständen das Vermögen ertheilen, das Freiwerden des Wasserstoffs zu hemmen. Rollt man aber etwa die Hälfte eines 10 Zoll langen und eine halbe Linie dicken Platindrahtes zu einem Knäuel auf, der ungefähr die Größe einer kleinen Haselnufs hat, führt diesen Knäuel in die Säure ein, während man das andere einfache Ende des Drahtes mit dem negativen Pole der Säule in Verbindung setzt, so wird der Knäuel in den außerordentlichen Zustand treten, falls das schwammförmige Ende eines, andern, ebenfalls mit dem negativen Pole verbundenen und im außerordentlichen Zustande sich befindenden Platindrahtes in die Säure eintaucht. Man kann letzteren aus dem Volta'schen Kreise entfernen, ohne dafs nachher an dem knäueiförmigen Drahte Gasentwicklung einträte. Eine etwas heftige Erschütterung desselben oder nur augenblickliche Entfernung aus der Flüssigkeit verursacht an ihm Gasentbindung.

Fünfter Versuch. Versuchsflüssigkeit = 3 Vol. Salpetersäure von 1,35 + 4 Vol. Wassers. Das schwammförmige Platin verhält sich eben so, wie in dem voranstehenden Versuche angegeben; knäueiförmiger Platindraht eben so wenig als einfacher läßt sich auf irgend eine Weise in den außerordentlichen Zustand versetzen. Hat das schwammförmige Platin in seiner ungewöhnlichen Beschaffenheit irgend eine beliebige Zeit als negative Elektrode functionirt, so kann es wieder in seinen gewöhnlichen Zustand zurückgeführt werden, dadurch, dafs man es einige Minuten in die Luft legt. Der gleiche Zweck wird erreicht, wenn man es zur positiven Elektrode macht, und diese Rolle so lange spielen läßt, bis an ihm Sauerstoffbläschen auftreten. Wird nun der Platinschwamm abermals zur negativen Elektrode gemacht,

so dauert es nicht lange, bis an ihm die Wasserstoffgas-Entbindung beginnt. Es verdient hier die Thatsache bemerkt zu werden, daß an dem schwammförmigen Platin, nachdem dasselbe auch nur wenige Minuten als negative Elektrode gedient hat, nicht alsobald Sauerstoff an sich auftreten läßt, als es die Function der positiven Elektrode übernimmt. Ehe diese Erscheinung eintritt, vergehen oft 20 bis 30 Secunden. Hat umgekehrt der Platinschwamm einige Zeit die Rolle der positiven Elektrode gespielt, und wird derselbe nun zur negativen gemacht, so verfliest ebenfalls ein merklicher Zeitraum, ehe sich Wasserstoffgasblasen an dem Metalle zeigen. Die beiden zuletzt angeführten Thatsachen hängen ohne Zweifel auf's Genaueste mit denjenigen Erscheinungen zusammen, welche von mir neulich in mehreren Abhandlungen besprochen worden sind, und welche man sehr uneigentlich Polarisationsphänomene nennt. Bei einem andern Anlaß werde ich auf diesen Gegenstand wieder zurückkommen.

Sechster Versuch. Versuchsflüssigkeit = 3 Vol. Salpetersäure von 1,35 + 5 Vol. Wassers. Alles wie im voranstehenden Versuch; ich habe jedoch zu bemerken, daß mit dem Platinschwamm, indem er in die Säure eintaucht, die Säule geschlossen werden muß, damit das Metall in seinen außerordentlichen Zustand versetzt werde; denn führt man das glühende (schwammförmige) Ende erst in die Flüssigkeit ein und schließt hierauf erst mit dem andern Ende des Drahtes den Volta'schen Kreis: so tritt an dem Platinschwamm Wasserstoffgas-Entbindung ein. Die gleiche Bemerkung findet ihre Anwendung auch auf den vorigen Versuch.

Siebenter Versuch. Versuchsflüssigkeit = 1 Vol. Salpetersäure von 1,35 + 2 Vol. Wassers. Alles verhält sich wie im vorhergehenden Versuch, mit dem Unterschiede jedoch, daß der außerordentliche Zustand, durch Glühen hervorgerufen, nicht so vollkommen ist, als der-

jenige, verursacht durch Erwärmung des mit Säure befeuchteten Platinschwammes.

Achter Versuch. Versuchsflüssigkeit = 3 Vol. Salpetersäure von 1,35 + 7 Vol. Wassers. Es gelingt in der Mehrzahl der Fälle nicht, das schwammförmige Platin durch Glühen in den außerordentlichen Zustand zu versetzen. Gewöhnlich fängt schon wenige Secunden nach erfolgtem Eintauchen in die Säure die Gasentwicklung an; indessen scheint die entbundene Wasserstoffmenge derjenigen des am positiven Pole frei gewordenen Sauerstoffs bei weitem nicht stöchiometrisch proportional zu seyn. Durch Befeuchtung des Platinschwamms mit Säure und darauf folgender starker Erwärmung derselben läßt sich der außerordentliche Zustand leichter und vollkommener hervorrufen als durch Glühen.

Neunter Versuch. Versuchsflüssigkeit = 3 Vol. Salpetersäure von 1,35 + 8 Vol. Wassers. Durch starkes Erwärmen des mit Säure benetzten Platinschwamms läßt sich in diesem der ungewöhnliche Zustand bis zu dem Grade hervorrufen, daß sich im Verhältniß zum Sauerstoff nur wenig Wasserstoff entbindet. Wird die Säule mit dem glühenden (zum Eintauchen bestimmten) schwammförmigen Ende geschlossen, so verlaufen einige Secunden, bis die Wasserstoffgas-Entwicklung an demselben beginnt; ist sie eingetreten, so hört sie wieder nach 5 bis 6 Secunden Dauer auf, um aber nach einigen Augenblicken wieder zu beginnen und keine weiteren Unterbrechungen zu erleiden.

Zehnter Versuch. Versuchsflüssigkeit = 1 Vol. Salpetersäure von 1,35 + 3 Vol. Wassers. Wird die Säule mit glühendem Platinschwamm geschlossen, so vergehen etwa 6 Secunden, ehe die Wasserstoffgas-Entwicklung an ihm beginnt; ist sie einmal eingetreten, so erleidet dieselbe keine weitere Unterbrechung. Durch vorangegangene Erwärmung des mit Säure benetzten Platinschwamms kann zwar die Lebhaftigkeit der Wasserstoff-

Entbindung merklich vermindert, letztere aber nie gänzlich aufgehoben werden.

Elfter Versuch. Versuchsflüssigkeit = 1 Vol. Salpetersäure von 1,35 + 4 Vol. Wassers. In Bezug auf den glühenden Platinschwamm gilt das, was in Voranstehendem gesagt ist. Erwärmt man das mit Säure benetzte schwammförmige Platin, so tritt, wenn mit ihm die Säule geschlossen wird, Gasentwicklung ein, die aber nur wenige Augenblicke währt; nach Verfluß einiger weiteren Secunden fängt auf's Neue die Gasentbindung an, ohne wieder aufzuhören. Versuche mit noch verdünnterer Salpetersäure anzustellen, habe ich nicht für nothwendig erachtet, da in den beiden zuletzt angeführten Fällen die Zersetzungserscheinungen so gut als normal sich verhielten.

Ehe ich weiter gehe, muß ich noch die nicht ganz unwichtige Bemerkung machen, daß die oben erwähnten Resultate nur dann erhalten werden können, wenn der bei den Versuchen in Anwendung gebrachte Strom eine gewisse Stärke nicht erreicht, oder, was das Gleiche ist, wenn die Menge des in einer gegebenen Zeit electrolysirten Wassers ein gewisses Maas nicht überschreitet. Geschieht letzteres, so findet an der negativen Elektrode Gasentwicklung statt. Ich wendete, wie schon anderwärts bemerkt worden, solche Ströme an, die nur eine mäßige lebhaftige Wasserzersetzung verursachten, und um im Stande zu seyn die Stromstärke immer nach Bedürfnis abzuändern, bediente ich mich einer Volta'schen Vorrichtung, die es gestattet, deren Plattenpaare beliebig tief in die excitirende Flüssigkeit einzusenken.

Noch bleibt zu ermitteln übrig: erstens, ob nicht bei jeder Stromstärke und bei jedem Verdünnungsgrade der Salpetersäure die Wasserstoff-Entbindung an der negativen Platinschwamm-Elektrode unterdrückt werden könne dadurch, daß man letzterer einen gehörigen Umfang giebt, und zweitens, ob bei einer Stromstärke, bei

welcher Gasentwicklung an der negativen Elektrode eintritt, die Menge des an letzterer entbundenen Wasserstoffs derjenigen des am positiven Pol frei gewordenen Sauerstoffs entspricht, in der Weise nämlich, daß beide Elemente, mit einander verbunden, in Wasser aufgehen. Auch fragt es sich, wohin der Wasserstoff komme, wenn derselbe nicht in Gasform an der negativen Elektrode erscheint. In dem Falle, wo man concentrirtere Salpetersäure dem Einflusse eines Volta'schen Stromes unterwirft, wird dieses Element, wie wir dies mit Gewißheit wissen, zur theilweisen Desoxydation der Säure verwendet, indem salpetrichte Säure entsteht. Dient aber mehrfach mit Wasser verdünnte Salpetersäure als Versuchsflüssigkeit, spielt wohl unter diesen Umständen der durch den Strom aus dem Wasser geschiedene Wasserstoff dieselbe Rolle, wie in dem vorhin erwähnten Falle? und sollte, wenn dem so wäre, nicht Etwas Stickoxydgas an der negativen Elektrode sich entwickeln? Würde der an letzterer auftretende Wasserstoff die Salpetersäure zur salpetrichen Säure reduciren, so müßte diese um die negative Elektrode herum sich anlegen, und unmittelbar nachdem dies geschehen, unter dem Einflusse des vielen Wassers, enthalten in der Versuchsflüssigkeit, in Salpetersäure und Stickoxydgas, wenigstens dem größeren Theile nach, zerlegt werden. Es sollte daher, wären alle diese Voraussetzungen richtig, das zuletzt genannte Gas an dem negativen Poldrahte auftreten; man bemerkt aber, wie bereits schon erwähnt worden ist, gerade in verdünnter Säure keine solche Gasentwicklung. Möglich wäre es vielleicht, daß in dem fraglichen Falle Ammoniak gebildet würde. Da nämlich bei einem gewissen Verdünnungsgrade die Salpetersäure ihres ganzen Sauerstoffgehaltes durch den auf elektrolytischen Wege ausgeschiedenen Wasserstoff beraubt werden könnte, so ließe es sich recht wohl denken, daß der dadurch frei gewordene und im nascirenden Zustande sich befindende

Stickstoff mit einem gleichen Theile des in dem gleichen Zustande seyenden Wasserstoffs zu Ammoniak sich verbände. Noch habe ich nicht untersucht, ob genannte Substanz in verdünnter Salpetersäure sich vorfinde, nachdem durch diese eine Zeit lang ein Strom vermittelst Platin-Elektroden geleitet worden ist.

Eine Erklärung über die Thatsachen zu geben, von welchen bisher die Rede gewesen ist, wage ich dermalen noch nicht; es müssen denselben noch andere sich anreihen, ehe sie verstanden werden können. Nicht umhin kann ich jedoch, die Vermuthung zu äußern, daß einige der fraglichen Erscheinungen zusammenhängen dürften mit dem bekannten Vermögen des Platins, die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Wasserstoff zu begünstigen. Einer solchen Vermuthung geben namentlich einige Thatsachen Raum, von welchen bald gesprochen werden soll. Am räthselhaftesten erscheinen mir diejenigen der oben erwähnten Resultate, welche sich auf das Uebertragen des außerordentlichen Zustandes von einem Platindrachte auf den andern beziehen, und welche einige Aehnlichkeit mit den am Eisen sich zeigenden Passivitäts-Erscheinungen haben.

Aus den interessanten Untersuchungen Döbereiner's über das Platin wissen wir, daß dieses Metall in fein zertheiltem Zustande den Weingeist bestimmt, Sauerstoff ziemlich rasch zu verschlucken und sich theilweise zu dehydrogenisiren. Diese Thatsache sowohl, als einige der vorhin angeführten, machten es mir wahrscheinlich, daß auch der Sauerstoff, welcher aus der Electrolyse des Wassers resultirt, unter geeigneten Umständen bestimmt werden könnte, anstatt gasförmig am positiven Pole sich auszuscheiden, chemisch auf wasserstoffhaltige Flüssigkeiten, z. B. also auf Weingeist einzuwirken.

Wenn Sauerstoff im nascirenden Zustande mit Weingeist zusammengebracht würde, so müßte jener auf die

sen wohl leichter chemisch reagiren können, als dieß geschähe, besäße der Sauerstoff die Gasform. Würde aber dem Weingeist nascirender Sauerstoff dargeboten und befänden sich beide Substanzen noch überdieß in Berührung mit fein zertheiltem Platin, so müßte unter solchen Umständen offenbar die chemische Wirksamkeit der genannten Materien noch bedeutend größer seyn, als sie es in dem vorhin angeführten Falle wäre, und es läßt sich denken, daß wenn nascirender Sauerstoff für sich allein auch gar nicht auf den Weingeist chemisch einwirkte, er dieses zu thun vermöchte, wenn dessen Verwandtschaft zum Wasserstoff durch die Anwesenheit des Platins gesteigert würde. Durch welche Mittel vermögen wir aber die erwähnten Stoffe in die fraglichen Beziehungen zu einander zu versetzen? Wir finden ein solches ganz einfach in der Volta'schen Säule, oder vielmehr in der Elektrolyse des Wassers, bei welcher wir schwammförmiges Platin als positive Elektrode functioniren lassen. Ist letztere während der Wasserzersetzung mit einer weingeisthaltigen Flüssigkeit umgeben, so sind offenbar alle die Umstände vorhanden, von denen so eben die Rede gewesen ist; denn der auf elektrolytischem Wege aus dem Wasser geschiedene Sauerstoff befindet sich im Moment seines Freiwerdens im nascirenden Zustand, und es tritt in dieser Beschaffenheit das genannte Element am Platinschwamm auf. Aus nachstehenden Angaben wird nun erhellen, ob die weiter oben ausgesprochenen Vermuthungen durch die Erfahrung bestätigt worden sind oder nicht.

Erster Versuch. In einem Gemisch aus einem Volumen Wassers und zwei Volumen gewöhnlichen Weingeistes bestehend, wird etwas Phosphorsäurehydrat aufgelöst, um jenes besser stromleitend zu machen. Verbindet man diese Flüssigkeit mit der bereits erwähnten Volta'schen Säule und bedient sich des schwammförmigen Platins als positiver Elektrode, so entwickelt sich

an dieser, bei geschlossenem Kreise, auch nicht das kleinste Bläschen von Sauerstoff, falls nämlich der Platinschwamm unmittelbar vor dessen Verbindung mit der Säule und Flüssigkeit geglüht worden ist. Wird der Platinschwamm kalt in letztere eingeführt, so entbinden sich an demselben anfänglich einige Bläschen; aber schon wenige Secunden nach erfolgtem Eintauchen der positiven Elektrode hört an dieser jede Gasentwicklung vollkommen auf, während der Wasserstoff am negativen Pol lebhaft sich entbindet. Dient compacter Platindraht als positiver Pol, so tritt an ihm dauernde Sauerstoffgas-Entwicklung ein, mag sein in die Versuchsflüssigkeit reichendes Ende einfach oder zu einem Knäuel aufgerollt, mag dasselbe vor seinem Eintauchen erhitzt worden seyn oder nicht. Ob aber der unter den zuletzt angeführten Umständen an der positiven Elektrode entwickelte Sauerstoff Ein Volumen beträgt auf zwei Raumtheile des gleichzeitig an der negativen Elektrode entbundenen Wasserstoffgases, habe ich noch nicht ausgemittelt. Dem Augenschein nach zu urtheilen, ist dieß nicht der Fall, was, wenn dem wirklich so wäre, beweisen würde, daß selbst compactes Platin im Stande ist, einen Theil des elektrolytisch an ihm ausgeschiedenen Sauerstoffs zu bestimmen, auf den Weingeist chemisch einzuwirken.

Es fragt sich nun, was den eigentlich aus dem Sauerstoff werde, der am Platinschwamm aus dem Wasser eliminirt wird. Zur gründlichen Beantwortung dieser Frage ist unumgänglich nothwendig, daß die Versuchsflüssigkeit, nachdem der Strom einige Zeit durch sie gegangen, genau analysirt und ausgemittelt werde, welche neue Substanzen in jener sich vorfinden. Eine derartige Untersuchung ist von mir, Zeitmangels halber, noch nicht angestellt worden; nichts destoweniger habe ich aber Grund zu vermuthen, daß unter den angegebenen Umständen der Sauerstoffäther Döbereiner's oder das Acetal Liebigs sich bilde. Die Erzeugung dieser Substanz

ist

ist schon aus a priorischen Gründen wahrscheinlich; was aber die Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit zu erheben scheint, ist die Thatsache, daß an dem Platinschwamm, nachdem derselbe nur kurze Zeit in der weingeisthaltigen Flüssigkeit als positive Elektrode functionirt hat, ein sehr starker Geruch nach dem genannten Acetal sich entwickelt, der bemerkt wird, wenn man besagte Elektrode aus der Flüssigkeit herausnimmt. Es wird wohl kaum bezweifelt werden dürfen, daß unter den erwähnten Umständen, außer dem Acetal, auch Essigsäure, Aldehyd, Ameisenäther und Essigäther gebildet werden.

Zum Schlusse der Beschreibung des Resultates dieses Versuches will ich noch bemerken, daß wenn die erwähnte Versuchsflüssigkeit ein- oder mehrfach mit Wasser verdünnt wird, Erscheinungen eintreten gleich denen, von welchen vorhin die Rede gewesen ist; namentlich zeigt sich der Acetalgeruch am Platinschwamm.

Zweiter Versuch. Mit einem Gemische, das aus gleichen Raumtheilen Wassers, Weingeistes und gewöhnlicher Schwefelsäure besteht, werden Resultate erhalten vollkommen übereinstimmend mit denen, deren so eben gedacht worden ist. Nur wenn schwammförmiges Platin als positive Elektrode dient, kann an dieser die Sauerstoffentbindung gänzlich unterdrückt werden, und wird an ihm der Acetalgeruch bemerkt.

Dritter Versuch. Wird als Versuchsflüssigkeit ein Gemisch angewendet, welches auf ein Volumen Salpetersäure von 1,35 einen Raumtheil Weingeistes enthält, so findet weder Sauerstoffentwicklung an der positiven, noch Wasserstoffentbindung an der negativen Elektrode statt, vorausgesetzt beide Elektroden bestehen aus Platinschwamm. Damit jedoch am negativen Pol dieses Resultat erhalten werde, ist nöthig, daß der denselben bildende Platinschwamm vor seinem Eintauchen entweder glühend gemacht, oder mit der Versuchsflüssigkeit befeuchtet und erwärmt werde. Bei Anwendung von com-

compactem Platin als negative Elektrode findet an letzterer lebhaftes Wasserstoffgas-Entwicklung statt. Besteht die positive Elektrode aus einem etwas grossen, aus Platindraht geformten Knäuel, so tritt an ihm ebenfalls keine Spur von Sauerstoffgas auf, auch findet schon an einfachem und etwas dickem Platindraht eine kaum merkbare Entbindung des letzt genannten Gases statt. Am Platinschwamm oder Knäuel wird, wie in den vorhergehenden Fällen, der Geruch nach Acetal bemerkt.

Vierter Versuch. Besteht die Probedrüssigkeit zu gleichen Raumtheilen aus Salpetersäure von vorhin erwähneter Stärke, Weingeist und Wasser, so kann die Entbindung des Wasserstoffgases an der schwammförmigen Platin-Elektrode nicht mehr verhindert werden, während an der positiven Elektrode, mag diese aus schwammförmigem oder compactem Platin bestehen, kein Gas sich entwickelt.

Fünfter Versuch. In einer Versuchsflüssigkeit, zusammengesetzt aus einem Raumtheile gewöhnlicher Salpetersäure, einem Raumtheile Weingeistes und sechs Raumtheilen Wassers, finden die Erscheinungen an den Elektroden gerade so statt, wie in dem vorhergehenden Falle, mit dem Unterschiede jedoch, dass an der positiven Elektrode, wenn dieselbe compactes Platin ist, Spuren von Sauerstoffgas sich entbinden. Wird Eisen ¹⁾ als positive Elektrode angewendet, und mit ihm der Voltasche Kreis geschlossen, so findet an dem genannten Metall eine ziemlich lebhaftes Entbindung von Sauerstoffgas statt, und zwar erhält man hierbei letzteres in einer solchen Menge, dass dieselbe hinzureichen scheint, um mit dem an der negativen Elektrode frei gewordenen Wasserstoff gerade Wasser bilden zu können. Die oben angeführte That-

1) Ich erinnere hier an die von mir ausgemittelte Thatsache, dass Eisen als positive Elektrode in allen oxy-elektrolytischen Flüssigkeiten wie ein edles Metall gegen den an ihm ausgeschiedenen Sauerstoff sich verhält.

sache hat in sofern Wichtigkeit, als sie, meinem Dafürhalten nach, beweist, daß der nascirende Zustand des Sauerstoffs nicht die Hauptursache ist, weshalb dieses Element unter den erwähnten Umständen chemisch auf den Weingeist reagirt, sondern daß eine solche Action ihren wesentlichen Grund in dem specifischen Einflusse hat, den das Platin auf den Sauerstoff und Wasserstoff ausübt. Bedient man sich eines Golddrabtes als der positiven Elektrode, so entbindet sich auch an ihm etwas Sauerstoffgas, indessen beträchtlich weniger als am Eisen. Hieraus scheint zu folgen, daß auch das Gold ähnlich dem Platin wirke, nur in einem schwächeren Grade. Voranstehende Angaben dürften, wie mir scheint, die Elektro-Chemiker veranlassen, alle diejenigen Metalle, welche als positive Elektrode (z. B. innerhalb schwefelsäurehaltigen Wassers) den Sauerstoff frei an sich auftreten lassen, einer genauen Prüfung zu unterwerfen in Bezug auf ihr Verhalten innerhalb der in Rede stehenden Versuchsflüssigkeit und ähnlicher, Säure und Weingeist enthaltenden Gemische. Höchst wahrscheinlich würde als Resultat einer solchen Untersuchung sich ergeben, daß, je nach der Natur und Cohärenzbeschaffenheit des als positiver Pol dienenden Metalles auch das Verhältniß sich richtete, in welchem Sauerstoff- und Wasserstoffgas im freien Zustande an den beiden Elektroden erscheinen.

Sechster Versuch. Enthält die Versuchsflüssigkeit auf zwei Raumtheilen Salpetersäure ein Volumen Weingeistes, so werden Resultate erhalten, übereinstimmend mit denen, von welchen im dritten Versuche die Rede war, mit dem kleinen Unterschiede jedoch, daß an der negativen schwammförmigen Platinelektrode einige Bläschen sich entwickeln. Dient Eisen in Drahtform als positive Elektrode, so findet an ihm eine lebhafte Sauerstoffgas-Entbindung statt, während an einem gleich dicken Platindraht kaum ein Gasbläschen auftritt.

Siebenter Versuch. In reichlich, mit Kalihydrat versetztem Weingeist ist es mir nicht gelungen, durch irgend ein Mittel die Sauerstoffentbindung (an der positiven Elektrode) zu hemmen. Theoretische Gründe ließen mich ein anderes Resultat vermuthen; indessen berechtigen mich die wenigen Versuche, welche ich mit der erwähnten Flüssigkeit angestellt habe, noch keineswegs zu der Annahme, daß die Anwesenheit des Kalis im Weingeist letzteren gänzlich verhindere, chemisch auf den entbundenen Sauerstoff einzuwirken. Eine solche Einwirkung kann nur dann bestimmt verneint werden, wenn ausgemittelt ist, daß unter allen Umständen genau so viel Sauerstoff an der positiven Elektrode sich entwickelt, als nöthig ist, um den gleichzeitig an der negativen Elektrode entbundenen Wasserstoff zu Wasser zu oxydiren.

Achter Versuch. Dient als Versuchsflüssigkeit Aether, welcher so lange mit gewöhnlicher Salpetersäure (1,35) geschüttelt worden, bis jener von dieser nichts mehr aufnimmt, so entbindet sich an der positiven Elektrode, mag dieselbe aus compactem oder schwammförmigem Platin bestehen, kein Sauerstoffgas. Wird Platindraht als negative Elektrode gebraucht, so findet an ihm eine äußerst lebhafteste Wasserstoffgas-Entwicklung statt, während letztere unterdrückt werden kann, wenn statt Platindraht Platinschwamm in Anwendung gebracht und derselbe vor seinem Eintauchen in den säurehaltigen Aether erwärmt wird.

Neunter Versuch. Salpetersäure von 1,35 mit so viel Aether versetzt, als dieselbe aufnehmen kann, liefert ein Gemisch, welches an der positiven Elektrode das Freiwerden des Sauerstoffs nicht gestattet. An der negativen Elektrode findet im Moment des Schließens der Säule lebhafteste Gasentwicklung statt, die jedoch schon nach wenigen Secunden aufhört. Ist dieser Zustand eingetreten, so kann derselbe auf einen zweiten Draht über-

getragen werden, wenn man eben so verfährt, wie unter 3) weiter oben angeführt worden ist.

Weitere Versuche, als die eben beschriebenen, habe ich mit weingeist- und ätherhaltigen Flüssigkeiten nicht angestellt; dieselben dürften aber hinreichen, um die Thatsache außer Zweifel zu stellen, daß der auf elektrolytischem Wege ausgeschiedene Sauerstoff unter gegebenen Umständen bestimmt werden kann, chemisch auf Aether und Weingeist einzuwirken. Ich muß indessen auch hier die weiter oben stehende, bei einem anderen Anlaß gemachte Bemerkung wiederholen, daß die Resultate, erhalten aus der zuletzt angeführten Reihe von Versuchen, durchschnittlich von einer bestimmten Stromstärke abhängig sind, und daß die Ergebnisse etwas verschieden von den beschriebenen ausfallen, wenn die Kraft des angewendeten Stromes ein gewisses Maass überschreitet. Es ist indessen, wie ebenfalls schon angedeutet worden, recht wohl möglich, daß bei Anwendung selbst des allerkräftigsten Stromes dennoch jede Sauerstoffgas-Entbindung an der positiven Elektrode verhindert werden kann, wenn nur das Volumen des Platinschwammes, dem man diese Rolle anweist, groß genug genommen wird. Ohne Zweifel hängt die Menge des in einer gegebenen Zeit durch die Vermittlung des Platins vom Weingeist verschluckten Sauerstoffs auch wesentlich von der Zahl der Berührungspunkte ab, welche das Metall beiden Substanzen (dem Sauerstoff und dem Weingeist) darbietet. Würde nun durch den Strom z. B. eine doppelt so große Quantität Sauerstoffs an der positiven Elektrode entbunden, als diese in derselben Zeit mit dem Weingeist zu vereinigen vermöchte, so müßte die Hälfte des entwickelten Gases frei werden, vorausgesetzt nämlich, der Strom übe keinerlei Art von veränderndem Einfluß auf das chemische Wirkungsvermögen (die katalytische Kraft) des Platins aus.

Möglich ist auch, daß das Verhältniß, in welchem

Weingeist mit Wasser und Säure gemischt wird, bestimmend auf das Resultat der Wechselwirkung, zwischen Platin, Sauerstoff und Weingeist stattfindend, einwirkt, wie auch die Natur der Säure, die sich in der Versuchsflüssigkeit vorfindet; eben so dürfte auch die Temperatur der letzteren nicht ohne allen Einfluss auf das Ergebniss seyn. Diese und noch manche andere Punkte müssen durch weitere Versuche in's Klare gesetzt werden; vor allem wichtig und nothwendig aber ist, dass man die gasigen Flüssigkeiten, welche eine Zeit lang dem gedoppelten Einflusse der strömenden Elektrizität und des schwammförmigen Platins ausgesetzt gewesen sind, und entweder den Sauerstoff oder den Wasserstoff des elektrolysirten Wassers in sich aufgenommen haben, einer genauen analytischen Untersuchung unterwerfe, weil durch sie allein die Vorgänge ermittelt werden können, welche unter den angegebenen Umständen stattfinden.

Es sey mir schliesslich noch erlaubt einige allgemeine Bemerkungen über die in voranstehender Arbeit besprochenen Thatsachen zu machen. Schon seit geraumer Zeit benutzen die Elektro-Chemiker, namentlich aber der sinnreiche Becquerel, schwache Volta'sche Ströme, um mit deren Hülfe unorganische Verbindungen der mannigfaltigsten Art hervorzubringen und zusammengesetzte Körper zu bilden, welche auf dem gewöhnlichen chemischen Wege gar nicht darstellbar sind. Verhältnissmässig wenige Versuche sind aber, meines Wissens, bis jetzt gemacht worden, um die strömende Elektrizität auch in den Dienst der organischen Chemie herüberzuziehen. Ob nun gleich nicht die Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, dass auf diesem Gebiete das Volta'sche Agens die Bedeutung erlange, welche dasselbe in einem so ausgezeichneten Grade für die unorganische Chemie hat, so bin ich dennoch überzeugt, dass wir dermalen noch weit davon entfernt sind, der Anwendung der Säule im organisch-chemischen Bereich diejenige Ausdehnung gegeben

zu haben, deren sie fähig ist. Wenn wir berücksichtigen, welche wichtige Rolle Sauerstoff und Wasserstoff in der organischen Materie spielen, und wenn wir in Betracht ziehen, daß diese Elemente mittelst des Volta'schen Stromes so leicht im nascirenden Zustand erhalten werden können, so dürfen wir wohl die Erwartung hegen, daß es uns früher oder später gelingen werde, für eine große Anzahl von Fällen die Umstände auszumitteln, unter welchen die genannten Elemente im Momente ihrer Trennung von einander auf die ihnen dargebotenen organischen Stoffe chemisch einwirken. Sind wir aber einmal an diesem Ziele angelangt, dann werden wir auch vermögen in organischen Substanzen chemische Veränderung zu veranlassen, welche mit unsern jetzigen Mitteln zu bewerkstelligen eben so unmöglich seyn dürfte, als die Darstellung gewisser unorganischer Verbindungen auf dem gewöhnlichen chemischen Wege, welche mittelst Volta'scher Ströme so leicht erhalten werden können.

Wenn ich mich anders nicht sehr täusche, so weisen die weiter oben erwähnten Versuche und Thatfachen nach dem Wege hin, der betreten werden muß, soll die so eben ausgesprochene Hoffnung in Erfüllung gehen, und ermuntern zur Fortsetzung der begonnenen Untersuchungen.

Möchten nur tüchtige Chemiker, welche vorzugsweise mit dem organischen Theil ihrer Wissenschaft sich beschäftigen, den in dieser Abhandlung besprochenen Gegenständen einige Aufmerksamkeit schenken, und es für der Mühe werth halten, meine Versuche zu wiederholen und neue ähnlicher Art anzustellen. Sie würden sich vielleicht dann überzeugen, daß der Gebrauch der Volta'schen Säule bei manchen organisch-chemischen Untersuchungen nicht nur möglich, sondern sogar von großem Nutzen sey.

Basel, d. 1. Mai 1839.

III. *Bemerkungen über einige Punkte aus der Lehre vom Galvanismus; von E. Lenz.*

(Aus dem Bulletin der St. Petersburger Academie, T. I. — Es ist dies der Aufsatz, auf welchen der Hr. Verfasser sich in diesen Annalen, Bd. XXXIV S. 353, bezieht.)

Es gehört gewiss zu den auffallendsten Erscheinungen in der Physik, daß eine Reihe von Phänomenen, wie die des Galvanismus, seit mehr als 40 Jahren der beständigen eifrigen Bearbeitung einer großen Anzahl von Naturforschern unterworfen war, unter denen wir die ausgezeichnetsten Namen finden, und daß wir dennoch in der Nachweisung der eigentlichen Quelle der Erscheinungen uns noch eben so sehr im Dunkeln befinden, als zu Anfange. In der That, nachdem Volta durch Aufbauung seiner berühmten Säule die Quelle dieser Erscheinungen dem belebten Organismus entzogen und sie dem unorganischen Reiche zugewiesen hatte, theilte sich die Ansicht der Physiker über den eigentlichen Sitz der sogenannten elektro-motorischen Kraft der galvanischen Kette in zwei verschiedene Meinungen, wovon die ältere diese Kraft der Berührung heterogener Leiter zuschrieb, die andere aber, gleich in ihrem Entstehen von einem unserer Collegen eifrig vertheidigt, sie in der chemischen Wirkung der flüssigen auf die festen Körper, die mit jenen in Berührung stehen, suchte. Im gegenwärtigen Augenblicke sind der letzteren chemischen Theorie des Galvanismus sehr gewichtige Autoritäten, wie z. B. Faraday, De la Rive, Becquerel etc. beigetreten, obgleich fast alle in der weiteren Entwicklung ihrer Ansicht wiederum von einander abweichen. Wenn mich nun meine eigenen, in nicht geringer Anzahl angestellten Versuche dennoch der älteren Ansicht Volta's zu-

geführt haben, so macht es mir die große Autorität jener Namen doch zur Pflicht, nicht eher mit diesen meinen Versuchen aufzutreten, als bis sie mir den Grad von Zuversicht zu gewähren scheinen, welcher zu einer definitiven Entscheidung nothwendig ist. Hierzu schien es mir vor Allem ein nothwendiges Erforderniß zu seyn, die Stärke des Stroms in jedem Augenblick und bei jedem Versuche genau angeben zu können, eine Bedingung, von deren jetzt möglichen Erfüllung ich mich durch einen Multiplicator des Hrn. Nervander von Helsingfors vollkommen überzeugt habe. Mein erstes Bestreben war daher, mich in den Besitz eines solchen Instruments von möglichster Vollkommenheit zu setzen, was mir aber bis jetzt noch nicht vollkommen gelungen ist, und zwar aus Mangel des dazu tauglichen Materials.

Ich habe nämlich durch viele Versuche gefunden, daß alles hiesige Kupfer, welches ich dem Versuche unterwarf, auf das astatische Magnetnadelpaar eines Nobili'schen Multiplicators einwirkt, obgleich ich auf chemischem Wege keine Spur von Eisen darin auffinden konnte. Diese Versuche, so wie ähnliche anderer Physiker ¹⁾ haben in mir die Ueberzeugung hervorgebracht, daß das Kupfer in der That eines schwachen Magnetismus fähig sey, oder, — wenn wir der neuerlich von Faraday aufgestellten, an sich sehr ansprechenden Ansicht folgen wollen, — daß die gewöhnliche Temperatur von etwa 15° R. nicht hoch genug sey, dem Kupfer seinen Magnetismus zu rauben. Es blieb mir daher, da ich meine Versuche nicht länger aufschieben wollte, nichts übrig, als dasjenige Metall zu wählen, welches diesen störenden Einfluß am wenigsten zeigte (als welches sich eine Messingplatte auswies), und mich mit einer nicht compensirten Nadel zu begnügen. Der aus diesem Material jetzt vollendete Apparat entspricht seinem Zwecke, in sofern

1) Vergleiche: Becquerel, *Traité exper. de l'électricité*, T. III p. 426.

er auf eine einfache Nadel nicht magnetisch einwirkt. Für den umwindenden Draht habe ich der gröfseren Leitungsfähigkeit wegen einen Silberdraht gewählt. Sobald ich die genauere Prüfung dieses Apparats werde beendigt haben, werde ich meine Versuche beginnen, und nicht ermangeln die gewonnenen Resultate der Academie mitzutheilen; bis dahin begnüge ich mich hier vorläufig einige Punkte näher in Erwägung zu ziehen, deren Nichtbeachtung von den Vertheidigern der chemischen Theorie uns wenigstens dazu berechtigt, ihrer Ansicht nicht ohne weiteres beizustimmen.

Hierzu gehört erstens der von Fechner zuerst als solcher erkannte, wenn auch von andern schon beobachtete, *Widerstand des Ueberganges*, den der galvanische Strom erleidet, wenn er aus einer Flüssigkeit in ein Metall, oder umgekehrt aus dem Metall in die Flüssigkeit tritt (das Quecksilber wirkt hier als Metall). Da dieser Widerstand zum Theil Widerspruch gefunden hat, so sey es mir erlaubt, sein Daseyn auf noch anderem Wege zu erweisen, als Fechner dieses gethan hat; ich hoffe, dafs meine Versuche keinen Zweifel über sein Daseyn lassen werden. Ich bediente mich hierzu des Apparats, mit den ich bereits in mehreren Abhandlungen den Einflufs der Leitungsfähigkeit der Drähte auf den durch sie hindurchgehenden Strom bestimmt habe; ich erregte nämlich den magnetischen Strom in einer Spirale, die den cylindrischen Anker eines Magneten umgab, und erhielt dadurch einen Strom von constanter elektro-motorischer Kraft, der sich an einem Nobili'schen Multiplicator durch den Ausschlag der Magnetnadel messen liefs. Statt dafs ich aber bei jenen Versuchen den, in Hinsicht auf seine Leitungsfähigkeit zu prüfenden Draht in die Kette brachte, geschah dieses mit dem Fig. 5 Taf. III abgebildeten Apparate, in welchem *AB* ein Brett mit zwei verticalen Ständern *AC* und *BD* bedeutet; durch letztere lassen sich die, wie in der Figur geboge-

nen Kupferdrähte *MFH* und *NGK* mit den Theilen *H* und *K* einander beliebig nähern, und somit auch die an diesem Theile angeschraubten, ein Quadratzoll grossen Metallplatten *L* und *P*. Letztere befinden sich in einem gläsernen Gefässe *ab*. Die Enden *FM* und *GN* der Kupferdrähte tauchen in Quecksilberschälchen *M* und *N*, und hängen hierdurch mit dem Ende des Multiplicators und der Spirale zusammen. Wenn man nun die Platten *L* und *P* erst von Platin, dann von Kupfer nimmt, sie einander bis zur Berührung nähert und dann den Strom durch den Apparat gehen lässt, so kann man sich leicht davon überzeugen, dass seine Stärke ganz dieselbe ist, welches Metall man auch gewählt habe; dieses ist auch leicht vor auszusehen, da der Unterschied der Leitungsfähigkeit beider Metalle ein so unbedeutender Theil der ganzen Leitung der obigen Drähte ist, dass die Ablenkungen ihn unmöglich anzeigen können. — Nachdem man sich nun hievon unmittelbar überzeugt hat, schiebe man die Platten wieder aus einander bis auf eine bestimmte Distanz, z. B. von einer Linie, giesse in das Gefäss eine gut leitende Flüssigkeit, z. B. verdünnte Salzsäure, und vergleiche die Stärke des in der Spirale erregten Stroms, einmal bei angeschraubten Platinplatten, und dann, nachdem man statt ihrer die Kupferplatten substituirt hat; man wird in letzterem Falle den Strom bei weitem stärker finden. So ergab sich mir für die Platinplatten ein Ausschlag der Nadel bis 9° , für die Kupferplatten von 47° . Offenbar sind nun in diesen zwei Versuchen alle Umstände, die Leitung der festen Leiter, die der Flüssigkeit, die Entfernung der Platten, ihre Oberfläche etc., ganz dieselben, und es existirt zwischen ihnen nur der Unterschied, dass der Strom in dem einen Falle aus dem Platin in die Flüssigkeit und aus dieser wieder in's Platin tritt, während er in dem letzten Falle aus Kupfer in die Flüssigkeit und aus dieser wieder in Kupfer tritt; d. h. es ist eben nur ein Unter-

schied in dem Uebergange aus dem Metalle in die Flüssigkeit da, und da derselbe einen so bedeutenden Unterschied in der Stärke des Stroms hervorbringt, so muß hier nothwendig ein Widerstand des Uebergangs statuirt werden, der in dem Platin bedeutend stärker ist als im Kupfer.

Aehnliche Versuche können auch dazu dienen, die Gröfse dieses Widerstandes gegen den der Leitung der Flüssigkeit, oder gegen den der festen Leiter, die sich in der Kette befinden, genau zu bestimmen. Dazu ist nur erforderlich, dafs man mit jedem Plattenpaare in zwei verschiedenen Entfernungen operire. Nennt man diese Entfernungen d' und d'' , den Widerstand der festen Leiter 1, den des Ueberganges λ , den der Flüssigkeit bei der Entfernung $=1$ aber l , und nimmt man ferner, wie Fechner solches bewiesen hat, den Widerstand der Flüssigkeit dem Abstand der Platten proportional an, so findet man leicht, wenn α , α' , α'' die halben Ausschlagwinkel der Multiplicatornadel für unmittelbare Berührung der Platten, für den Abstand d' und für den Abstand d'' bedeuten, folgende Ausdrücke für l und λ :

$$l = \frac{2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \frac{1}{2}(\alpha' + \alpha'') \cdot \sin \frac{1}{2}(\alpha' - \alpha'')}{(d'' - d') \sin \alpha' \cdot \sin \alpha''}$$

$$\lambda = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'} - 1 - d' l.$$

Ich habe einige vorläufige Versuche der Art gemacht, und den Widerstand des Ueberganges von Platin in verdünnte Salzsäure etwa 20 Mal gröfser gefunden, als den von Kupfer in dieselbe Säure. Indessen haben diese Versuche noch nicht die Genauigkeit, die ich ihnen glaube in Zukunft geben zu können; es verändert sich nämlich der Widerstand des Ueberganges bedeutend während des Eintauchens in die Säure, und dieser Umstand, der zwar bei der Berechnung berücksichtigt, aber nicht vollkommen beseitigt wurde, ist es, der die Resultate nicht ganz

sicher macht. — Eine andere Reihe von Versuchen wurde über die Abhängigkeit dieses Widerstandes von der Stärke der Säure für Kupferplatten bestimmt; ich fand den Widerstand bei Uebergang des Stroms aus Kupfer in Wasser

mit 2 Proc. Salzsäure	=90093,2
- 4 - - -	51848,9
- 6 - - -	26627,2

wobei der Widerstand der Leitung eines Kupferdrahts von 1 Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ Linie Diameter als Einheit angenommen wurde. — Obgleich auch diese Zahlen nicht als absolut genau anzusehen sind, so lassen sie doch keinen Zweifel über den Punkt, auf den es hier vorzüglich ankommt, zurück, dass nämlich die Widerstände des Ueberganges in einem umgekehrten Verhältniß stehen zu der chemischen Wirkung der Flüssigkeiten und der mit ihnen in Berührung stehenden Metalle, ein Satz, der mit Fechner's früheren Erfahrungen vollkommen im Einklange steht. Es besteht also eine Ursache, die bewirkt, dass im Allgemeinen der Strom einer galvanischen Kette mit der chemischen Wirkung ihrer Elemente wächst, man mag die Quelle der erzeugten Elektricität hin versetzen wo man wolle, und somit ist diese Abhängigkeit der Stärke des Stroms von der chemischen Wirkung noch kein Beweis für die chemische Ansicht der Elektricitätserregung. So z. B. erklärt der Leitungswiderstand des Ueberganges, der bei geringer chemischer Wirkung bei weitem den gröfseren Theil des gesammten Widerstandes der Kette ausmacht, den Umstand vollkommen genügend, dass bei Anwendung von reinem Wasser und reiner Schwefelsäure zwischen einem Zinkkupferpaar der erregte Strom unbedeutend ist, bei verdünnter Säure aber sehr stark wird; allerdings ist die gröfsere chemische Wirkung der Grund, nur nicht nothwendig durch Vermehrung der elektro-motorischen Kraft, sondern durch Verminderung des Leitungswiderstandes.

Dieses führt uns auf einen zweiten Punkt, der bei Entscheidung über den Werth beider Theorien und überhaupt bei allen Untersuchungen über galvanische Ströme sehr berücksichtigt zu werden verdient, es aber nicht wird, besonders außerhalb Deutschland. Ich habe schon an einem andern Ort mich darüber weiter ausgelassen, und gezeigt, von wie schädlichem Einfluß diese Nichtbeachtung auf die Bestimmung der Leitungsfähigkeit verschiedener Metalle gewesen ist. Ich meine hier die Ansicht von Ohm, daß der Strom ausgedrückt wird durch die so einfache Formel:

$$F = \frac{A}{L},$$

wo F die Stärke des Stroms, A die Summe sämtlicher elektro-motorischer Kräfte und L die Summe sämtlicher Leitungswiderstände bedeutet. — Sämtliche Beobachtungen, und namentlich meine Versuche durch magneto-elektrische Induction, beweisen die Richtigkeit dieser Formel, sobald der Strom nur durch feste Leiter geht, mit aller, bei physikalischen Beobachtungen nur zu wünschenden Evidenz; die Beobachtungen Fechner's haben es auch für die hydro-elektrische Kette gethan, wenn auch hier die Uebereinstimmung nicht so überraschend ist, wegen der beständigen Veränderlichkeit des Phänomens. — Das Nichtbeachten dieser einfachen Ansicht hat unzählig viel Irrthümer in die Folgerungen, die man aus den Versuchen herleitete, gebracht. Hierzu zähle ich z. B. die Ansicht Becquerel's, er könne durch seine aus drei Elementen (Salzsäure, Kali und Platin) (Poggend. Ann. Bd. XXXVII S. 433) construirte galvanische Kette einen Strom hervorbringen, der zwar starke chemische Wirkungen, aber gar keine Wärmephänomene erzeuge. Die Sache erklärt sich ganz einfach folgendermaßen: Es sey die elektro-motorische Kraft, die den Strom in Becquerel's Apparat erzeugt, $= A$, wobei wir völlig unentschieden lassen, wo der Sitz

dieser Kraft zu suchen sey. Der Widerstand, den die Leiter dem Strom entgegenstellen, besteht aus drei Theilen: dem der verbindenden Drähte ($=L$), dem der Flüssigkeit ($=l$) und dem des Ueberganges ($=\lambda$) aus dem Platin in die Säure und in das Kali. Der Strom wird also ausgedrückt durch die Formel:

$$F = \frac{A}{L+l+\lambda},$$

in welcher L fast 0 zu setzen ist, wegen der verhältnismässig sehr grossen Leitungsfähigkeit der Metalle, l aber ebenfalls bedeutend kleiner als λ ist, da hier zwischen den Platten und den Flüssigkeiten keine chemische Wirkung stattfindet. Dieses vorausgesetzt, wollen wir annehmen, es werde, wie Becquerel es thut, statt L ein anderer Draht von n Mal kleinerem Durchmesser in die Kette gebracht, dadurch wird der fast unendlich kleine Theil des Nenners n Mal vergrößert, was so gut wie gar keine Verminderung in dem Nenner hervorbringt, und folglich auch in dem Strom, daher denn der zugleich in der Kette befindliche Multiplicator die Abweichung seiner Nadel nicht ändert. Vergrößerte Becquerel aber die Fläche des Platins n Mal, so würde dadurch der Haupttheil des Nenners n Mal verringert (da der Widerstand des Ueberganges der Fläche umgekehrt proportional ist); F wurde also nahezu n Mal grösser, und es ist also ganz natürlich, dass die Gasentwicklung, die dem Strom proportional ist, auch sich fast in demselben Verhältniss als die Oberflächen der eingetauchten Platinplatten änderte, ganz den Versuchen Becquerel's gemäss. Dass aber die Wärme-Entwicklung im dünnen Platindraht sich $=0$ ergab, rührt daher, dass der Strom überhaupt sehr schwach war; in der That zeigte ein Multiplicator mir bei einem, dem Becquerel'schen sehr ähnlichen Apparate, bei dem die Gasentwicklung ganz bedeutend war, nur eine Ablenkung von 22° , obgleich sein Dazwischenbringen den Strom nicht bedeu-

tend schwächte, wovon ich mich überzeugte, als ich noch einen zweiten Draht, dessen Widerstand dem des Multipliers fast gleich war, hineinschob. Eine so geringe Ablenkung erhalte ich aber an diesem Multiplier gleichfalls, wenn ich ein Zoll großes Zinkkupferpaar mit den Enden des Multipliers verbinde und es sodann in Newawasser tauche, und ein solcher Strom wird nie eine merkbare Wärme-Erhöhung hervorbringen. Man ist gewohnt die Gasentwicklung als Folge eines schon bedeutenden Stromes anzusehen, weil man, wenn man den gewöhnlichen Versuch macht, immer schon eine Säule von einigen Paaren anwenden muß. Dieses geschieht aber nur deshalb, weil man eines Stromes bedarf, der schon an und für sich einen bedeutenden Widerstand innerhalb der Säule überwunden hat, damit der Nenner im Ausdruck der Stromkraft durch den sehr bedeutenden Leitungswiderstand des Wasserzersetzungapparates nicht unverhältnißmäßig vergrößert, also F eben so vermindert wird. Würde man einen messenden Multiplier mit in die Kette bringen, so würde man ganz ohne Zweifel finden, daß zur Wasserzersetzung der Strom gar nicht bedeutend zu seyn scheint.

Ein dritter Punkt, der ebenfalls längst bekannt ist, aber lange nicht gehörig beachtet wird, ist die Veränderung der Metalle in elektro-motorischer Hinsicht (sey es gegen einander in der Volta'schen oder gegen die Flüssigkeit in der chemischen Theorie) erleidet, wenn sie in Flüssigkeit tauchen, z. B. das Umspringen der Richtung des Stroms einer Eisenkupferplatte in concentrirter Schwefelleberlösung. Ich glaube durch eine Reihe von Versuchen, die ich mit dem oben erwähnten Becquerel'schen Apparate angestellt habe, zu dem Resultate gelangt zu seyn, daß seine Wirkung auf diesem modificirenden Einfluß der Säure und des Alkalis auf die Platinplatten beruhe, und nicht auf der chemischen Wirkung der beiden Flüssigkeiten. Indessen, da der Beweis da-

dafür mir noch nicht genügt, so erspare ich das Weitere bis auf spätere Mittheilung, besonders da dieser Gegenstand uns mitten in die Controverse der beiden Ansichten hineinführt, ein Gebiet, das ich aus oben angeführten Gründen noch vermeiden will.

IV. Ueber die Farbe des Dampfs unter gewissen Umständen; von James D. Forbes.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus den *Transact. of the Roy. Edinb. Soc. Vol. XIV.*)¹⁾.

Ende Mai's oder Anfang Juni's 1838 stand ich zufällig auf der Greenwich-Eisenbahn neben einem Dampfswagen, der durch sein Sicherheitsventil eine große Menge Dampf von hohem Druck entliefs. Ich sah von ungefähr durch die aufsteigende Dampfsäule nach der Sonne, und war überrascht sie in sehr tief orangerother Farbe zu erblicken, genau wie wenn man sie durch dicken Nebel oder ein gewöhnliches berauchtes Glas betrachtet.

Für den Augenblick gab ich weder viel Acht auf diese Thatsache, noch versuchte ich sie abzuändern; als ich indess späterhin über dieselbe nachdachte, schien sie mir nicht nur an sich sehr sonderbar, sondern noch außerordentlicher, daß ich nie von einer Eigenschaft des Dampfs gehört, die doch von Tausenden bemerkt seyn mußte. Einige Monate darauf (Ende Octobers), als ich mich auf der Newcastle-Carlisle-Eisenbahn befand, beschloß ich die Thatsache zu bewahrheiten, was auch ohne Schwierigkeit geschah, und wobei ich überdies eine sehr wichtige Abänderung derselben entdeckte. Denn einige Fufs oder Ellen über dem Sicherheitsventil, zu

1) Eine vorläufige Notiz von diesem Aufsatz wurde bereits in Band XXXXVI S. 349 dies. Ann. gegeben.

welchem der Dampf herausblies, war dessen Farbe für durchgehendes Licht das beschriebene tiefe Orangeroth ¹⁾. In einem größeren Abstand jedoch, wo der Dampf vollständiger verdichtet war, hörte die Erscheinung gänzlich auf. Selbst bei mässiger Dicke war die Dampfwolke durchaus undurchdringlich für die unmittelbaren Sonnenstrahlen; sie warf einen Schatten so schwarz wie ein dichter Körper, und wenn ihre Dicke sehr gering, war sie zwar durchscheinend, aber *durchaus* farblos, gerade wie dünne, vor der Sonne vorüberziehende Wolken, die in der That von ganz analoger Beschaffenheit sind. Wenn der Dampf in diesem Zustande war, zeigte sich beim Uebergang von der Dicke, welche der Durchscheinheit entsprach, zu der, welche völlige Undurchsichtigkeit gewährte, keine Anzeige von Farbe.

Nachdem ich diese Beobachtungen, die einzigen, welche mir die Umstände erlaubten, gemacht hatte, ward ich sehr begierig sie mit Dampf unter verschiedenem Druck zu wiederholen, und unter andern folgende Punkte zu ermitteln: 1) Ob Dampf in reiner Gasform wirklich, wie man insgemein annimmt, farblos sey. 2) Ob die Farbe von einer Stufe in dem Vorgang der Verdichtung abhänge und davon allein. 3) Ob die Spannung des Dampfs einen Einfluss auf die Erscheinungen habe.

Es gab indeß noch eine andere Frage, die mich mehr als alle diese interessirte, nämlich: Wie das Spectrum durch die Absorptionswirkung des Dampfs verändert werde, da sie die rothen und orangefarbenen Strahlen übrig zu lassen schien. Gemäfs den Erscheinungen der Absorption des Lichts durch gasige Körper, und besonders der eigenthümlichen, von Dr. Brewster entdeckten Wirkung des salpetrigsauren Gases, das Spectrum durch eine unzählbare Menge dunkler Streifen zu zerschneiden, hielt ich

1) Dasselbe gewahrt man während des gewöhnlichen Ganges der Maschine in dem aus dem Schornstein stossenden Dampf; allein die Gegenwart des Rauchs macht die Beobachtung weniger befriedigend.

es nicht für unwahrscheinlich, daß der Dampf in ähnlicher Weise eine specifische Wirkung auf viele der prismatischen Farben ausübe, und wenn sich diese Vermuthung bestätigte, eine Anwendung von ihr auf die atmosphärischen Erscheinungen und auf die gleichfalls von Brewster beobachtete Entstehung von Linien im Sonnenspectrum durch Wirkung der Atmosphäre gemacht werden könne.

Nach verschiedenen fruchtlosen Versuchen, die erforderliche Gelegenheit zu erhalten, stellte Hr. Edington, von den Phönix-Eisenwerken bei Glasgow, höchst zuvorkommend einen vortrefflichen Hochdruck-Dampfkessel zu meiner Verfügung, und erleichterte mir auch in jeder anderen Weise die Verfolgung meiner Versuche über die optischen Eigenschaften des Dampfs. Zuerst untersuchte ich die Farbenerscheinungen, wie sie sich dem nackten Auge zeigen. Hinter dem Dampfstrahl, der aus einem 0,25 Zoll weiten Hahn oben im Kessel herausdrang, wurde eine Laterne gehalten ¹). Wenn das Sicherheitsventil (das sich mit großer Pünktlichkeit bewegte) mit 50 Pfund auf den Quadratzoll belastet worden, war der hervorströmende Dampfstrahl fast unsichtbar, und bei der geringen Dicke in diesem Theil vollkommen farblos. Bei Hebung des Lichts kam in einer Höhe von einigen Zollen über dem Hahn die Orangefarbe zum Vorschein, und bis zu einer Höhe von 20 Zoll nahm sie rasch an Tiefe zu; noch höher machte die rasche Condensation den Dampf nur opaker, ohne die Farbe zu vertiefen.

Bei jener Höhe beschloß ich daher das Licht durchgehen zu lassen und mit einem Prisma zu analysiren. Ein Theodolith mit einem guten Prisma vor dem Fernrohr wurde daher etwa 25 Fufs entfernt vor dem Dampfkessel aufgestellt. Jenseits des Hahns brachte ich eine Linse so an, daß sich die Strahlen parallel brechen mußten, und zwischen dem Hahn und dem Prisma einen Schlitz

1) Die Versuche wurden bei Nacht angestellt.

von veränderbarer Breite. Das durch den Schlitz auf das Prisma fallende Licht mußte erst in etwa 20 Zoll über der Hahn-Oeffnung durch den Dampfstrahl gehen. Zur Ajustirung des Apparats und auch des Contrastes wegen hatte ich mir eine 5 Z. weite Flasche mit merkwürdig dichtem salpetrigsauren Gase verschafft, das Hr. Kemp so gut war für mich zu bereiten. Wenn dieses Gas an den Ort gebracht wurde, wo der Dampf hervordrang, zeigte das Spectrum die bekannte Erscheinung vortrefflich.

Ich nahm nun die Flasche fort und öffnete den Hahn allmählig, während der Druck auf das Ventil 55 Pfd. mehr als der der Atmosphäre oder die Spannung des Dampfs 4,66 Atmosphären betrug. Das violette Ende des Spectrums ward fast augenblicklich absorbirt, dann das ganze Blau und ein Theil des Grüns, gerade wie beim Spectrum der salpetrigen Säure; *allein in dem übrig gebliebenen Theil* waren keine Linien sichtbar. Wurde der Hahn ganz geöffnet, so zeigte das Spectrum eine sonderbare Erscheinung. Nur allein das Hellroth schien im natürlichen Zustand zu seyn. Das äußerste Roth war durch die Undurchsichtigkeit des Dampfs etwas angegriffen. Das meiste Orange, das Gelb und eben so viel vom Grün als nicht absorbirt worden, hatte eine schmutzige unangenehme Farbe, welche ich damals in meinem Tagebuche so bezeichnete: »Schwarzbraun, abwechselnd zwischen Gelb und Purpurroth, in's Grüne fallend; wenn der Dampf seinen höchsten Druck hatte, war eine entschiedene Purpurfarbe da.«

Für das nackte Auge vor dem Schlitz war die Farbe nun identisch mit der des salpetrigsauren Gases, durch welches ich von Zeit zu Zeit nach einer entfernten Gasflamme sah und seine Farbe mit dem des Schlitzes verglich. Der Versuch wurde unter 50 und 55 Pfund Druck mehrmals angestellt.

Nun wurde das Licht nur zehn Zoll über der Mündung des Hahns durch den Dampf geleitet, in der Mei-

nung, dafs, ungeachtet daselbst die Farbe schwächer sey, vielleicht eine Neigung zur Entstehung von Linien im Spectrum vorhanden seyn möge. Als indefs der Versuch unter demselben Druck wie zuvor angestellt wurde, war der Effect ein ähnlicher, nur weit schwächerer. Der Schlitz hatte nun eine schwache Lohfarbe, und die prismatische Analyse zeigte nun das Violett allein absorbirt.

Austritt des Dampfs bei 25 Pfund Druck. Laterne und Schlitz 20 Zoll über der Mündung, wie zuvor. Dem Auge erschien das Licht so roth wie bei 55 Pfund. Hr. Edington beobachtete, dafs die Farbe tiefer war, als die der Flasche mit salpetrigsaurem Gase. Weder er noch seine Gehülfen hatten je zuvor die Farbe des Dampfs wahrgenommen. Prismatische Erscheinungen wie zuvor, nur die Verdunklung nicht ganz so grofs.

Austritt des Dampfs bei 15 Pfund. Sichtlich röther als die Gasflasche. Dieselben Erscheinungen des Spectrums; allein das Grün blieb durchaus rein und gränzte unmittelbar an Orange. Ehe das Violett bei der Absorption verschwand (der Hahn wurde allmählig geöffnet) nahm es eine schmutzig weifse Farbe an, neigend in's Gelbe und Purpurrothe. Eine gemeine Lampe, die durch die Dampfsäule von diesem Druck an verschiedenen Stellen von der Mündung an bis zu einer Höhe von 5 oder 6 Fufs betrachtet wurde, erschien, wo sie nicht ganz verdunkelt war, in verschiedenen Abstufungen von Rauchfarbe bis zu einem intensiven lothfarbenen Orange.

Bei 7 Pfund Druck auf den Quadratzoll war das Roth noch sichtbar mit blofsem Auge; prismatische Erscheinungen ähnlich, obwohl schwächer.

Bei 4 Pfund Druck war das Roth nicht mehr sichtbar mit blofsem Auge, selbst mit dem Prisma schien das Violett nur wenig angegriffen. In grofser Menge zum Sicherheitsventil herausgelassen, zeigte der Dampf, wenn durch ihn, dicht über der Mündung, nach einer Lampe gesehen wurde, eine schwache Röthe, doch weiter oben

ging überall farblose Durchscheinheit in vollständige Undurchsichtigkeit über. Bei 2 und 1 Pfund Druck keine Farbe zu entdecken.

Aus diesen Versuchen ziehe ich folgende Schlüsse:

1) Wasserdampf in reiner Gasegestalt ist, wie gewöhnlich angenommen wird, farblos, wenigstens bei kleinen Dicken.

2) Die Orangenfarbe des Dampfs im durchgehenden Licht scheint einer besonderen Stufe des Verdichtungsprocesses anzugehören. Bei anfangender Verdichtung ist der Dampf farblos und durchsichtig, darauf durchsichtig und rauchfarben, endlich wird er, bei kleiner Dicke, farblos, und, bei gröfser, vollkommen undurchsichtig.

3) Der Grad der Spannung scheint nur in sofern von Einflufs auf die Erscheinungen, als er die Färbungsstufe der Verdichtung mehr oder weniger vollständig beobachtbar macht.

4) Der Dampf übt die absorbirende Wirkung auf das Spectrum nicht in der Weise aus wie andere farbige Gase, z. B. salpetrigsaures Gas und Joddampf. Er nimmt indess ganz denselben Theil des Spectrums fort, wie das salpetrigsaure Gas. Die von ihm bewirkten Erscheinungen haben am meisten Aehnlichkeit mit der Opalescenz.

Die Einwirkung einer blofsen Aenderung des mechanischen Gefüges auf die optischen Eigenschaften der Körper ist eine Erscheinung, die über die Constitution der Materie, wie über die des Lichts gleich wichtige Aufschlüsse verspricht; und die vorliegende Beobachtung mag einst als ein Beitrag zur mechanischen Theorie des Dampfs und jener besonderen, zwischen dem gasigen und ganz flüssigen Zustand liegenden Stufe, welche wahrscheinlich mit dem Schweben der Wolken zusammenhängt, aufgenommen werden. Jedenfalls ist es sehr wichtig zu wissen, dafs Wasserdampf in einem verschlossenen Gefäfs, durch blofsen Temperaturwechsel, ohne chemische Ver-

änderung, die erwähnten Veränderungen in Farbe und Durchsichtigkeit zu erleiden vermag. Die von Herrn Brewster beim salpetrigsauren Gase bemerkte sonderbare Thatsache, daß dessen Farbe durch bloße Erwärmung in ein tiefes Orangeroth übergeht, scheint von gleicher Art zu seyn.

Ich zweifle nicht, daß die Farbe des Wasserdampfs unter gewissen Umständen die hauptsächlichste oder einzige Ursache der an Wolken beobachteten rothen Farbe sey. Gerade die Thatsache, daß diese Farbe nur bei Daseyn von Wolken erscheint, widerlegt hinlänglich die von optischen Schriftstellern gegebene Erklärung der Erscheinungen beim Auf- und Untergang der Sonne. Wäre das Roth am Horizont bloß die Complementarfarbe des Blau der reinen Atmosphäre, so müßte die Sonne bei ganz blauem Himmel roth untergehen, und gerade dann am stärksten. Allein die Erfahrung lehrt, daß ein trüber Auf- und Untergang der Sonne *immer* von Wolken begleitet wird, und meistens erfolgt, wenn aus nachfolgendem Regen auf eine Zustandsveränderung des zuvor durchsichtigen und farblosen Dampfs zu schliessen ist. Eben so werden entfernte irdische Lichter roth und dunkel, wenn die Atmosphäre mit bald sich niederschlagenden Dampf gefüllt ist. Sicher werden die vorstehenden Beobachtungen durch Analogie zu einer Lösung solcher Erscheinungen führen; denn ich habe bemerkt, daß keineswegs ein Dampf von hoher Spannung zur Erzeugung von Farben nöthig ist, wiewohl natürlich, bei geringer Spannung eine größere Dicke desselben zur Hervorbringung ähnlicher Wirkungen angewandt werden muß.

V. *Ueber die thermo-elektrischen Ströme des Quecksilbers; von Hrn. Matteucci.*

(*Bibl. univ. Nouv. Ser. III Vol. XV p. 187.*)

Der von mir angewandte Apparat, um zu sehen, ob thermo-elektrische Ströme im Quecksilber vorhanden seyn können, ist ein für diese Gattung von Strömen ziemlich empfindliches Galvanometer; denn obgleich alle Versuche in der Hrn. Becquerel mitgetheilten Notiz ¹⁾ sich bezogen auf Ströme, die aus einem Temperatur-Unterschiede zwischen verschiedenen Theilen eines homogenen Körpers entspringen, so beobachtete ich doch bedeutende Ablenkungen. Ich kann sogar hinzufügen, dafs ich seitdem mit demselben Galvanometer thermo-elektrische Ströme bei einem homogenen Körper beobachtet habe, der weit schlechter leitet als Quecksilber, nämlich bei Kohle.

Ich befestigte an die Enden des Galvanometers zwei Kohlencylinder, 15 Centimeter lang und 8 bis 10 Millimeter dick, und erhitze den einen an einem Ende, doch nicht bis zum Entzünden. Als ich nun das heiße Ende auf das kalte Ende des anderen setzte oder beide in Quecksilber tauchte, beobachtete ich einen Strom von 20°, der beständig vom heißen Ende zum kalten ging.

Mit demselben Galvanometer habe ich den Versuch des Hrn. Peltier wiederholt, indem ich Röhre und Schale voll Quecksilber anwende, und das in die Schale getauchte Ende der Röhre durch eine Weingeistlampe erhitze: der Strom ging in dem Galvanometerdraht von der Schale zur Röhre. Diese schon von mir beobachtete Thatsache muß wohl von der ungleichen Erhitzung der Platinplatte, die in die Schale tauchte, und des Platindrahts, welcher sich am

1) *Annal. Bd. XXXIV S. 629 und 631, (wo es, beiläufig bemerkt, S. 630 Z. 2 heißen muß: vom Heißen zum Kalten, statt: vom Heißen zum Warmen).*

Ende der Röhre befand, hergeleitet werden. In der That findet die Ablenkung nicht mehr statt, wenn man eine weitere Schale nimmt, als Hr. Peltier sich bedient, und umgekehrt sieht man sie steigen, wenn man die heisse Röhre näher an die Platinplatte bringt.

Man macht den Versuch noch entscheidender, wenn man statt einer Röhre zwei, wie Hr. Peltier, vorrichtet. Die beiden Röhren läßt man in die Oberfläche des Quecksilbers der Schale tauchen, und setzt sie am anderen Ende durch eingeschmolzene Platindrähte mit dem Galvanometerdraht in Verbindung. Wenn der thermoelektrische Strom vom Quecksilber entwickelt wird, muß er immer, wie bei dem sinnreichen Versuch des Hrn. Becquerel, in dem Kreise des Galvanometers von der Röhre zur Schale und von der Schale zur Röhre gehen ¹⁾. Bei dieser letzteren Vorrichtung ist der Vorgang folgender. Wenn die Schale weit und die Röhren eng sind, wie die des Hrn. Peltier, so erhält man keine Anzeige von Strom, sobald nicht die Erhitzung lange unterhalten wird; fährt man einige Zeit mit der Erhitzung fort, so erhält man Ströme; allein sie gehen von der heissen Röhre durch den Galvanometerdraht zur anderen, also gerade in umgekehrter Richtung, welche man beobachten würde, wenn sie vom Quecksilber herrührten, welche sich aber leicht erklärt, wenn man eine ungleiche Erwärmung der beiden Platindrähte annimmt. Um jeden Zweifel zu heben construirte ich, wie Hr. Peltier, ein Galvanometer mit 2 Millimeter dickem Draht, der 12 Umgänge um das vollkommen astatische System machte; mit diesem Instrument wiederholte ich die erwähnten Versuche, ohne indess eine Verschiedenheit in den Resultaten wahrzunehmen.

1) *Du tube à la capsule et de la capsule au tube.*

VI. Ueber die thermo-elektrische Wirkung des Quecksilbers;

von P. O. C. Vorsselman de Heer.

Während Hr. Matteucci gefunden zu haben glaubt, daß das Quecksilber keine thermo-elektrischen Ströme zu entwickeln im Stande sey, hat Hr. de Heer Versuche angestellt, welche ihm zu beweisen scheinen, daß das Quecksilber, in Berührung mit andern Metallen erhitzt, recht deutliche Ströme liefert, und daß der Strom, der sich bei mehreren Versuchen des Hrn. Matteucci zeigte, als zwei Metalle durch Vermittlung eines Bades von Quecksilber oder irgend einer Metall-Legirung in Berührung gesetzt wurden, nicht von der Wirkung dieser beiden Metalle, sondern von der eines derselben und des Quecksilbers herrührt ¹⁾. Folgendes sind die Versuche auf die Hr. Vorsselman de Heer sich stützt.

Er nimmt zwei Drähte von gleichem Metall, rollt den einen spiralförmig auf, erhitzt ihn mit einer Wein-geistlampe und setzt ihn darauf mit dem andern (kaltgelassenen) in Berührung. Er findet dadurch die Nadel eines sehr empfindlichen Galvanometers um eine gewisse Zahl von Graden abgelenkt, und der Sinn der Ablenkung zeigt ihm einen Strom an, der, beim *Kupfer* und *Platin*, vom heißen zum kalten Draht geht, beim *Zink*, *Eisen* und *Silber* (käuflischem wie reinem), aber umgekehrte Richtung hat; und endlich bei *Wismuth* und *Antimon* veränderlich ist.

- 1) Die von den HHL. Matteucci und Peltier discutierte Frage ist wohl eigentlich die: ob heißes und kaltes Quecksilber, durch Berührung mit einander, einen thermo-elektrischen Strom erzeugen können, nicht: ob ein solcher Strom durch Berührung von Quecksilber mit andern ungleich erhitzten Metallen zu entstehen vermöge. Dieß letztere ist wohl um so weniger in Zweifel zu ziehen, als bereits Seebeck in seiner ersten Abhandlung 1822 durch Versuche darüber entschieden hat.

P.

Nun bewirkt er die Berührung durch einen Tropfen Quecksilber, in welchen beide Drähte getaucht werden: Dasselbe Resultat wie zuvor. Statt des Tropfens Quecksilber nimmt er eine mit Quecksilber gefüllte Rinne von 2 Millimeter Breite und 1 Decimeter Länge, und taucht in die Enden derselben die beiden Drähte, nachdem er den einen erhitzt hat. Jetzt geht der Strom vom Quecksilber zum heißen Metall, wenn dieses *Platin, Kupfer, Zink, Silber, Eisen* oder *Antimon* ist, dagegen vom Metall zum Quecksilber, wenn ersteres *Wismuth* ist. Der Strom unterscheidet sich also von dem, welchen man erhält, wenn man die beiden Drähte ohne Quecksilber oder längere Zeit durch einen Tropfen Quecksilber in Berührung setzt.

Beim *Wismuth* und *Antimon* findet Hr. H. Ströme, die bald vom heißen zum kalten Metall, bald umgekehrt gehen. Die Richtung des Stroms scheint ihm vom Temperatur-Unterschied abzuhängen, und ein größerer Unterschied einen umgekehrten Strom zu geben, als ein kleinerer. Zur Stütze dieser Versuche erwähnt er anderer, wo die beiden, gemeinschaftlich mit Quecksilber angewandten Drähte von verschiedenen Metallen waren, und wo sich Ströme einstellten, die, wenn man das Quecksilber als unwirksam betrachtete, in Bezug auf Richtung denen widersprechen würden, die durch andere thermoelektrische Versuche längst festgestellt sind, die sich aber leicht erklären, wenn man annimmt, daß der Strom durch den Contact des heißen Metalls mit dem Quecksilber entsteht. — Zuletzt stellt Hr. de Heer folgende thermoelektrische Reihe auf: *Wismuth, Quecksilber, Platin, Kupfer, Zink, Silber, Eisen, Antimon* ¹). (*Bullet. des scienc. phys. et nat. en Néerlande, Année 1838, p. 124.*)

1) Die Reihe weicht etwas ab von der von Seebeck gegebenen (Ann. Bd. VI S. 17), vermuthlich wegen Verschiedenheiten in der Reinheit der Metalle. Seebeck fand zwei Sorten Platin über dem Quecksilber, zwei unter demselben stehend, eben so zwei Sorten Kupfer darüber, zwei darunter.

VII. Blätterung von Thon durch Elektricität.

Hr. Fox zeigte kürzlich der Royal Cornwall Polytechnic Society (aus deren *fifth annual report* diese Notiz genommen ist) Thon vor, dem er durch folgendes Verfahren ein blättriges Gefüge gegeben hatte. Eine dünne Schüssel, deren Rand *a, b, c, d* (Taf. III Fig. 6), war durch eine eingedrückte, mit schwefelsaurem Wasser angeknetete Thonmasse *gh* in zwei Zellen getheilt. In der einen, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, stand, an dem Thon liegend, eine Zinkplatte *f*, und in der anderen, die eine Metall-Lösung (z. B. Zinkvitriol-Lösung) enthielt, ein Stück Kupferkies *e*, ebenfalls den Thon berührend. Zinkplatte und Kupferkies waren durch einen Kupferdraht verbunden. So blieb der Apparat drei bis vier Monat unangerührt stehen, nur dafs man ab und zu den Thon, wenn er ganz trocken geworden, durch etwas Wasser befeuchtete. Nach Verlauf dieser Zeit zeigte der Thon beim Auseinanderbrechen ein schiefriges Gefüge, und zwar so, dafs die Blätter oder Spaltbarkeitslinien, wie z. B. *mg, kl* rechtwinklich gegen die Richtung des elektrischen Stromes lagen. Wenn statt der Lösung von Zinkvitriol eine von Eisenvitriol oder Kupfervitriol angewandt worden, waren die Zwischenräume der Blätter mit Eisenoxyd oder Kupferoxyd gefüllt, so dafs dann der Thon auf dem Bruch ein buntes Ansehen besafs.

VIII. *Ueber eine Verbindung der wasserfreien
Schwefelsäure mit dem Stickstoffoxyd;
von Heinrich Rose.*

Leitet man durch Chlorcalcium sorgfältig getrocknetes Stickstoffoxydgas auf wasserfreie Schwefelsäure, so wird dasselbe von letzterer absorbirt; die Schwefelsäure verliert ihre Eigenschaft zu rauchen, und es bildet sich eine Verbindung derselben mit Stickstoffoxyd. Da dieselbe fest ist, so verhindert sie, daß, wenn man eine etwas bedeutende Menge der wasserfreien Schwefelsäure zum Versuche angewandt hat, die unteren Theile derselben mit dem Stickstoffoxyd in Berührung kommen, und sich mit demselben sättigen können. Sucht man durch Umrühren diese Theile mit dem Gase zu verbinden, so kann man wiederum schwer vermeiden, daß nicht atmosphärische Luft Zutritt, durch welche das Stickstoffoxyd in salpetrichte Säure verwandelt wird.

Die erhaltene Verbindung bildet einen weissen, harten, nicht rauchenden Körper. An der Luft zieht er ziemlich schnell Feuchtigkeit an, und zerfließt nach und nach zu einer farblosen, nicht rauchenden Flüssigkeit. Wird er in Wasser geworfen, so löst er sich schnell unter gewaltsamer Entwicklung von rothen Dämpfen in demselben auf; die Auflösung enthält Schwefelsäure und Salpetersäure. Bringt man hingegen den Körper beim völligen Ausschluss der atmosphärischen Luft in einen mit Wasser gefüllten Glascylinder, so entwickelt er mit derselben Heftigkeit eine große Menge eines vollkommen farblosen Gases, das augenblicklich rothe Dämpfe bildet, so wie man atmosphärische Luft hinzutreten läßt.

Die durch's Zerfließen des Körpers an der Luft gebildete Flüssigkeit verhält sich ähnlich wie der Kör-

per selbst. Vermischt man sie beim Zutritt der atmosphärischen Luft mit Wasser, so entwickeln sich aus der Auflösung rothe Dämpfe von salpetricher Säure.

Auflösungen von Salzen verhalten sich gegen den Körper wie Wasser; sie entbinden aus ihm beim Zutritt der Luft rothe Dämpfe. Nur bei einer Auflösung von Eisenvitriol geschieht dies nicht; durch die kleinsten Mengen des Körpers, welche man in diese Auflösung wirft, färbt dieselbe sich sogleich tief schwarz, und zwar auf dieselbe Weise, wie dies durch Behandlung einer Eisenoxydauflösung mit Stickstoffoxydgas geschieht.

Englisches Vitriolöl löst den Körper, der, wie sich aus den beschriebenen Reactionen ergibt, aus Schwefelsäure und Stickstoffoxyd besteht, in bedeutender Menge schon in der Kälte auf; die Auflösung ist farblos und raucht nicht an der Luft. Wird sie mit Wasser beim Zutritt der Luft behandelt, so entwickeln sich aus ihr unter Aufbrausen rothe Dämpfe. — Durch's Erhitzen der Auflösung kann das Stickstoffoxyd nicht aus ihr ausgetrieben werden, sie wird nur dadurch gelblich, verliert aber beim Erkalten diese Farbe, wird farblos, und verhält sich dann wie vor dem Erhitzen.

Wirft man Stücke des schwefelsauren Stickstoffoxyds in Alkohol, so entwickeln sich beim Zutritt der Luft keine rothen Dämpfe; der Alkohol wird aber sogleich in Salpeteräther verwandelt. Aether hingegen erleidet durch die Verbindung, auch wenn man etwas Wasser hinzusetzt, nicht eine ähnliche Verwandlung.

Wird über den Körper trocknes Ammoniakgas geleitet, so schmilzt er unter starker Erwärmung erst zu einer gelblichen, dann weissen Masse. Führt man mit dem Darüberleiten des Ammoniakgases fort, so erhält man endlich, nachdem die Masse erkaltet ist, eine nicht geschmolzene, mehr pulverförmige Masse. Sie ist auflöslich im Wasser, und durch's Erhitzen verflüchtigt sie sich. Die concentrirte wässrige Auflösung giebt, mit con-

centrirter Schwefelsäure und Eisenvitriol behandelt, keine Reactionen auf Salpetersäure oder salpetrichte Säure; sie rüthet Lackmuspapier, aber nicht stark, und giebt starke Niederschläge in Auflösungen von Chlorbaryum, aber auch von Chlorstrontium schon in der Kälte. Die Masse besteht also aus schwefelsaurem Ammoniumoxyd, gemengt mit etwas saurem schwefelsauren Ammoniumoxyd. Die Gegenwart von letzterem ist auch Ursach, das sich hierbei etwas Wasser zeigt, das, wie sich aus der Zusammensetzung des Körpers ergibt, hierbei in nicht größerer Menge zu entstehen braucht, als nöthig ist, um das Ammoniak in Ammoniumoxyd zu verwandeln.

Das schwefelsaure Stickstoffoxyd schmilzt durch Erhitzung und verflüchtigt sich vollständig, ohne sich zu zersetzen, wenn der Zutritt der atmosphärischen Luft bei der Sublimation abgehalten wird. Die Temperatur indessen, bei welcher der Körper sich verflüchtigt, ist doch schon so hoch, das man dadurch verhindert wird, das specifische Gewicht des Dampfes mit Sicherheit zu bestimmen.

Es war schwer, aus zum Theil schon oben angeführten Gründen, den Körper bei den verschiedenen Bereitungen von stets gleicher Zusammensetzung zu erhalten. Bei den Analysen wurde die Quantität der Schwefelsäure durch Auflösung des Körpers in Wasser vermittelt Chlorbaryumauflösung als schwefelsaure Baryterde bestimmt. Vier Versuche, von vier zu verschiedenen Zeiten bereiteten, theils sublimirten, theils nicht sublimirten Mengen des Körpers, gaben folgende Resultate:

Anzahl der Versuche.	Gewicht der angewandten Substanz in Grammen.	Gewicht der erhaltenen schwefelsauren Baryterde in Grammen.	Gewicht der darin erhaltenen Schwefelsäure.
I.	0,3615	0,757	71,98
II.	0,8905	1,786	68,94
III.	1,0475	2,161	70,91
IV.	0,9365	2,036	74,73

Die Abweichungen, welche dadurch entstanden sind, daß die Substanz bei den verschiedenen Bereitungen nicht immer gleich zusammengesetzt ist, sind zwar bedeutend; man sieht indessen daraus deutlich, daß der Körper aus einem Atom Schwefelsäure und einem Atom Stickstoffoxyd besteht. Eine nach der Formel $\ddot{\text{S}} + \ddot{\text{N}}$ berechnete Zusammensetzung besteht im Hundert aus:

Schwefelsäure	72,67
Stickstoffoxyd	27,33
	<hr/> 100,00.

Die Substanz verdient vielleicht in sofern Beachtung, als sie das erste Beispiel einer Verbindung ist, in welcher das Stickstoffoxyd, dem man früher, wiewohl mit Unrecht, die Rolle einer Säure, wenn auch einer schwachen, zuschrieb, entschieden als Base auftritt. Das schwefelsaure Stickstoffoxyd ist wie ein neutrales schwefelsaures Salz zusammengesetzt, in welchem die Schwefelsäure drei Mal so viel Sauerstoff als die Base enthält.

Eine analoge Verbindung, in welcher man das Stickstoffoxyd ebenfalls als Base betrachten könnte, ist die salpetriche Salpetersäure (Untersalpetersäure), von der man gewöhnlich annimmt, daß sie aus 1 Atom Salpetersäure, verbunden mit 1 At. salpetricher Säure ($\ddot{\text{N}} + \ddot{\text{N}}$), bestehe, von welcher man indessen auch die Ansicht aufstellen kann, daß sie aus Salpetersäure und Stickstoffoxyd zusammengesetzt sey, und zwar in demselben Verhältnisse, wie die neutralen salpetersauren Salze ($\ddot{\text{N}} + \ddot{\text{N}}$).

IX. Ueber das Verhalten des Quecksilberchlorids zu Eiweiß- und Käsestoff; von Dr. L. Elsner.

(Auszug aus meiner Inaugural-Dissertation: *de ratione, qua chloretum hydrargyric. cum albumine caseoque connubia ineat.*)

Obgleich den Chemikern längst bekannt war, daß Lösungen von Quecksilbersublimat in Eiweiß und Milch Niederschläge hervorbringen, welche Eigenschaft auch sehr viele andere Metallsalze theilen, so herrschte dennoch über die chemische Zusammensetzung dieser Niederschläge unter den Chemikern die verschiedenste Ansicht. Man hielt sie gewöhnlich für Verbindungen der respectiven Metallsalze mit Eiweiß oder Käsestoff ¹⁾.

Unter allen diesen Niederschlägen hat der Niederschlag, der durch Quecksilbersublimat in eiweiß- und käsestoffhaltigen Flüssigkeiten entsteht, die Aufmerksamkeit der Chemiker am meisten auf sich gezogen, und gerade über seine chemische Zusammensetzung herrschte die verschiedenste Meinung. — Berzelius und Bostok hielten ihn für eine Verbindung von Quecksilbersublimat mit Eiweiß; Orfila für eine Verbindung von Calomel mit Eiweiß. Ferd. Rose dagegen zeigte durch seine Untersuchungen, der Niederschlag sey eine Verbindung, nur bestehend aus Quecksilberoxyd mit Eiweiß ²⁾. Auf diese Weise schien die Untersuchung über diesen Gegenstand geschlossen; — allein da trat F. L. Lassaigne mit einer Abhandlung auf in den *Annales de chimie et de physique*, T. LXIV, 1837, *Recherches sur la nature et les propriétés du composé, que*

1) Vergl. hierüber die Untersuchungen Mitscherlich's d. J. Poggendorff's Annalen, Bd. XXXX S. 106 bis 133, und Müller's Archiv für Anatomie, 1836, S. 298.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. XXVIII S. 132 seq.

Poggendorff's Annal. Bd. XXXXVII.

forme l'albumine avec le bichlorure de mercure, in welcher er auf's Neue behauptete, der Niederschlag bestehe aus unzersetztem Quecksilbersublimat mit Eiweiss, wie dasselbe schon 1823 Chautourelle klar ausgesprochen habe.

Um endlich das Schwankende und Unsichere über diesen Gegenstand völlig zu beseitigen, habe ich nachstehende Untersuchungen angestellt.

Bevor ich diese kurz anführe, möge die Bemerkung ihren Platz finden, dass beide Ansichten, die bis jetzt über die Zusammensetzung des mehr erwähnten Niederschlages unter den Chemikern Geltung hatten, ihren Grund darin haben, dass die Einen ein Präparat untersuchten, welches noch dem Niederschlag adhärirendes Sublimat enthielt, die Anderen ein völlig ausgesüßtes. Hierin liegt der unbezweifelbare Grund der verschiedenen Ansichten; das Besondere, was hierin liegt, wird dadurch sogleich beseitigt, wenn man bedenkt, dass das *völlige Aussüßen* des Niederschlages durch destillirtes Wasser nicht eine Sache vieler Stunden, sondern vieler Tage, ja fast eine wahre Gedulds-Probe für den Chemiker ist. Ich erinnere aber sogleich hiebei, dass Lassaigne sein Präparat nur zwölf Stunden hindurch aussüßte, und mit diesem so erhaltenen seine Untersuchungen anstellte.

Ferd. Rose hat, wie aus seiner citirten Abhandlung hervorgeht, nur indirect bestimmt und gefunden, dass der mehr erwähnte Niederschlag eine chemische Verbindung von Quecksilberoxyd mit Eiweiss sey; es war demnach auch noch unmittelbar zu zeigen, dass das Präparat wirklich diese und keine andere Zusammensetzung habe. Demgemäss fällte ich eine Eiweisslösung durch eine Quecksilberchlorid-Lösung im Ueberschuss und süßte den weissen käseartigen Niederschlag so lange mit destillirtem Wasser aus, bis die Aussüßwässer weder durch Hydrothion-Ammoniak noch durch salpetersaures Silberoxyd gefärbt wurden, folglich *frei* waren von Quecksilber und

Chlor. — Hiezu aber war ein fortwährendes Aussüßsen vieler *Tage* nöthig, welches mit Hülfe der Berzelius'schen Waschflasche geschah; — Lassaigne süßte zwölf Stunden aus, und fand, daß das so erhaltene Präparat sich löste durch Schütteln in Lösungen von Jod-, Brom- und Chlor-Natrium; allein das durch *völliges* Aussüßsen von mir erhaltene Präparat löste sich durchaus *nicht* in den genannten Haloïdsalzen. Hieraus geht schon hervor, daß L. mit einer anderen Verbindung operirt hat als ich.

Die Eigenschaften des völlig ausgestüßten Niederschlages waren:

Der feuchte Niederschlag löste sich auf in Aetzammoniak-Flüssigkeit, und die Lösung nahm nach einiger Zeit eine dunkelgraue Farbe an, welche Veränderung früher eintritt bei gelinder Erwärmung.

Aetzkali-Lösung verhält sich eben so, und scheidet sich hiebei nach einiger Zeit deutlich regulinisches Quecksilber aus. Hier muß ich bemerken, daß anfangs wirklich der weiße Niederschlag erst eine *gelbe* Farbe annimmt, ehe er in die schwarze übergeht. Ein Umstand, den Orfila übersehen hat, und darauf seine Ansicht gründete, als bestehe der Niederschlag aus Calomel und Eiweis.

Essigsäure löst den Niederschlag leicht auf. Schwefelwasserstoffgas gab anfangs einen gelblichen, später erst schwarz werdenden Niederschlag.

Salzsäure, chemisch rein, spec. Gewicht 1,130, verhielt sich gegen das Präparat eben so.

Das Verhalten der verdünnten Aetzkali-Lösung gegen den Niederschlag, und das Verhalten des Schwefelwasserstoffs in der essigsauren und salzsauren Lösung zeigen unbestreitbar das Vorhandenseyn von Quecksilberoxyd in der Verbindung ¹⁾.

1) Vergleiche hierüber: Handbuch der analytischen Chemie, von H. Rose. 1. und 2. Band. 4. Aufl. 1838.

Salpetersäure und Schwefelsäure mit dem Niederschlage in Berührung gebracht, zeigten übrigens ganz dasselbe Verhalten, wie es Berzelius, Thénard und Hatchett schon früher angegeben haben.

Es war nun noch zu untersuchen, ob der völlig ausgesüßte Niederschlag noch Chlor enthalte; — zu diesem Zweck wurde ein Antheil des feuchten Niederschlages in Essigsäure gelöst und mit salpetersaurer Silberoxydlösung versetzt, wodurch aber nicht eine Spur einer Trübung entstand. Ein anderer Antheil des Niederschlages wurde im Platintiegel mit chemisch reinem kohlsaurem Natron und Salpeter verbrannt, die weißse Masse ausgelaugt, mit chemisch reiner Salpetersäure neutralisirt und mit salpetersaurem Silberoxyd geprüft, wobei eine nur sehr schwache Trübung entstand; eben so wurde ein anderer Antheil des Niederschlages in chemisch reiner Salpetersäure gelöst und nach gehöriger Filtration mit salpetersaurem Silber untersucht; auch hiebei entstand eine, aber nur sehr geringe Trübung. Diese Erscheinung hat auch F. Rose beobachtet, und sie mag ihren Grund haben in dem geringen Chlorgehalt des Eiweißes, welcher aber erst dann hervortreten kann, wenn die organische Substanz völlig zerstört worden ist, so daß wir vielleicht berechtigt sind anzunehmen, es sey dieß Chlor als eine chemische Verbindung mit dem Eiweiß vorhanden, wie etwa Mulder gezeigt hat, daß es mit dem Phosphor und Schwefel der Fall ist. — Aus den angeführten That- sachen geht demnach hervor, daß der völlig ausgesüßte Niederschlag wirklich nur sey: eine Verbindung von Quecksilberoxyd mit Eiweiß, *nicht aber* eine Verbindung von Sublimat mit Eiweiß; denn zu dieser Annahme berechtigen durchaus nicht die Spuren von Chlor, die sich bei genauer Prüfung zu erkennen geben.

Was die quantitative Zusammensetzung der Verbindung anbelangt, so sind hierüber ebenfalls die Angaben verschieden. Orfila giebt an, in 100 Th. seyen enthal-

ten 62,22 Eiweifs, Bostok fand in 100 Th. 88,89 Eiweifs, und Lassaigue giebt an, in 100 Th. gefunden zu haben 93,45 Eiweifs.

Ich habe den im Wasserbade getrockneten Niederschlag in chemisch reiner Salzsäure bei gelinder Digestionswärme gelöst, die Lösung durch einen Strom gereinigten Schwefelwasserstoffgases zersetzt und aus dem erhaltenen, scharf getrockneten Schwefelquecksilber nach mehreren Wägungen den Quecksilbergehalt berechnet; ich fand in 100 Th. des scharf getrockneten Niederschlages, als Mittelzahl zweier Analysen, 10,735 Quecksilberoxyd und 89,265 Eiweifs, — sehr ähnlich wie es Bostok gefunden hat. Um mich gegen den Einwurf zu bewahren, als wäre die Bestimmung des Quecksilbers in diesem Fall als Schwefelquecksilber unsicher, indem Schwefelwasserstoffgas schon Niederschläge hervorbringt in Abkochungen von Fleisch, Fett und anderen thierischen Substanzen, auch ohne Gegenwart metallischer Stoffe, so bemerke ich dagegen, dafs ich, ehe ich diesen Weg der quantitativen Bestimmung einschlug, untersuchte, wie sich ein anhaltender Strom Schwefelwasserstoffgas verhalte gegen eine Lösung von reinem Eiweifs in reiner Salzsäure. Ich fand, dafs, nachdem die Lösung nur durch ganz geringe Digestionswärme stattgefunden hatte, ein anhaltender Strom Schwefelwasserstoffgas auch nicht eine Spur eines Niederschlages hervorbrachte. Erst nachdem ich mich hievon völlig überzeugt hatte, schlug ich den oben angegebenen Weg der quantitativen Bestimmung des Quecksilbers ein. Hiebei mufs ich noch bemerken, dafs Lassaigue den Quecksilbergehalt nicht direct, so wie ich, bestimmt hat, sondern denselben berechnet aus dem Chlorgehalt, den er in seinem Niederschlage gefunden hatte; wie höchst unsicher aber diese Bestimmungsmethode seyn mufs, geht aus dem oben von mir Gesagten hervor.

Ich bemerke noch, dafs Geoghegan ¹⁾ durch bloßes Zusammenreiben von Quecksilberoxyd mit Eiweiß dieselbe Verbindung dargestellt hat. Eben so fand derselbe, dafs auch chlorfreie Quecksilber-Sauerstoffsalze dieselben Niederschläge in eiweißhaltigen Flüssigkeiten erzeugen, als Sublimatlösung, dafs z. B. der Niederschlag, den salpetersaure Quecksilberoxydul-Lösung in Eiweißlösung hervorbringt, eine Verbindung sey von Quecksilberoxydul mit Eiweiß. Die große Aehnlichkeit zwischen Eiweißstoff und Käsestoff liefs schon vermuthen, dafs auch derjenige Niederschlag (nach völliger Aussüßung), der durch Quecksilberchlorid in Milch entsteht, dieselbe chemische Zusammensetzung haben würde, als der aus eiweißhaltigen Flüssigkeiten erhaltene. Die von mir mit einem solchen völlig ausgesüßten Niederschlage angestellte Analyse ergab das Resultat, dafs er bestehe in 100 Th. aus 11,18 Quecksilberoxyd und 88,82 Käsestoff, auffallend ähnlich der Zusammensetzung der Verbindung aus Quecksilberoxyd und Eiweiß.

Lassaigne giebt eben so an, dafs Quecksilbersublimat sich ohne Veränderung mit Faserstoff verbinde, welche Angabe aber ebenfalls durch die Untersuchungen von Mulder eine wesentliche Abänderung erleidet ²⁾.

Als Endresultat seiner Untersuchungen giebt Lassaigne an:

»Eiweiß und Faserstoff verbinden sich, wenn sie mit Quecksilberchlorid-Lösungen versetzt werden, ohne alle Veränderung mit dem Quecksilbersublimat, ganz gegen die Ansicht mehrerer Schriftsteller etc. etc.«

Diese Ansicht erleidet aber nach meinen und den Mulder'schen Untersuchungen wesentliche Abänderungen, und muß dahin berichtet werden, dafs, wenn auch die Niederschläge vor ihrer völligen Aussüßung mit destil-

1) Annalen der Pharmacie, Bd. XXIV S. 36 bis 40.

2) Ueber Faserstoff, Eiweißstoff und Blut; von Mulder. Pogg. Ann. Bd. XXXX S. 253 und Pharm. Centralblatt, 1838, S. 515 seq.

lirtem Wasser noch unzersetztes Quecksilberchlorid enthalten, dieses letztere jedoch keinesweges eine chemische Verbindung mit den oben genannten Substanzen eingeht, sondern durch völliges Aussüßsen gänzlich entfernt werden kann, so zwar, daß der *gänzlich* ausgesüßte Niederschlag nur anzusehen ist als eine bestimmte chemische Verbindung von Eiweiß-, Käse- oder Faserstoff mit Quecksilberoxyd, und somit wäre das Unsichere in der Ansicht über die Zusammensetzung dieser Niederschläge als völlig beseitigt anzusehen und für immer sicher festgestellt. — Die Farbenveränderung, welche der schneeweiße Niederschlag, sowohl erhalten aus eiweißhaltigen oder käsestoffhaltigen Flüssigkeiten durch Quecksilberchlorid-Lösung, erleidet, wenn er mit einer Lösung von Jod-Natrium betröpfelt wird, zeigt recht deutlich, daß im Beginn des Aussüßsens der Niederschlag noch Sublimat enthält, der aber immer mehr und mehr entfernt wird durch fortgesetztes Aussüßsen, und zuletzt gar nicht mehr in der Verbindung vorhanden ist. Anfangs wird nämlich die weiße Farbe des Niederschlags beim Betröpfeln mit Jod-Natrium-Lösung sogleich schön orange gefärbt; — wird nach einigen, etwa 12 Stunden, so wie ich es gethan habe, der Versuch aufs Neue wiederholt, so ist die Farbe nicht mehr so intensiv, aber doch noch deutlich *gelb*; zuletzt wird die Farbe des Niederschlags durch dieses Verfahren durchaus nicht mehr verändert, sondern bleibt schön weiß. Die hiebei stattfindende Bildung von Quecksilberjodid ist aber der unzweideutigste Beweis von der im Anfange noch vorhandenen Gegenwart von Quecksilberchlorid, welches aber im Verlauf des Aussüßsens immer mehr und mehr, und zuletzt gänzlich aus der Verbindung entfernt wird, welches freilich, wie oben schon bemerkt, ein nicht Stunden, sondern Tage langes, fortwährendes Auswaschen erforderlich macht.

X. Chemische Notizen; von F. F. Runge.

I Anwendung des Marmors bei Analysen.

Gay-Lussac hat sich des Marmors bedient, um die Stärke der Chlorwasserstoffsäure und der Salpetersäure zu bestimmen. Da man ihn hierbei in *Stücken*, ohne alle Wärme, anwenden kann, so ist diese Verfahrensart sehr practisch. Sie erhält aber noch einen größeren Werth durch die Ausdehnung, welche man ihr geben kann. Löst man nämlich in einer bestimmten Menge Säure, deren marmorauflösende Kraft man kennt, eine bestimmte Menge kohlen-saures Kali auf, so wird sich nun natürlich *weniger* Marmor auflösen, als in der unvermischten Säure, und dieses Weniger ist der Maassstab für den Kaligehalt des Salzes. Dasselbe ist mit Natron, Ammoniak, Kalk und Baryt der Fall. Auch alle diejenigen Metalle, deren chlor- und salpetersaure Verbindungen nicht durch Marmor in der Kälte zerlegt werden, z. B. Chlorzink, Chlorkadmium, Anderthalb-Chlorchrom, Chlormangan etc., so wie salpetersaures Bleioxyd, gestatten dieselbe Bestimmungsweise. Sie ist darum besonders zu empfehlen, weil man die kohlen-sauren Verbindungen von Kalk, Baryt, Zink, Kadmium u. s. w., nachdem sie gut ausgewaschen worden, noch nafs, zugleich mit dem Filter, in die Probesäure legen kann. Man bringt das genau gewogene Stück, Marmor erst dann hinein, wenn sich der zu untersuchende Niederschlag vollkommen aufgelöst hat, und nimmt es erst dann wieder heraus, wenn alle Einwirkung auf dasselbe aufgehört hat, wobei gegen das Ende die Anwendung einer schwachen Wärme meistens zulässig ist. Nach dem Weniger des Gewichtsverlustes, welchen der Marmor erlitten, berechnet man nun die Menge Oxyd oder Me-

tall, die in dem von der Probesäure aufgelösten Niederschlag enthalten ist. Reines Zink kann die Stelle des Marmors in den Fällen, wo schwer auflösliche Kalksalze entstehen würden, ersetzen; so findet es zur Bestimmung der wässrigen Schwefelsäure und des Säureüberschusses der sauren schwefelsauren Salze seine Anwendung. Aber man kann hier mittelst Chlorbarium die Schwefelsäure gegen Chlorwasserstoffsäure austauschen und nun gleichfalls den Marmor gebrauchen. Da der Marmor in Essigsäure zu einem gröblichen Pulver zerfällt, so kann ihre Stärke nicht durch Marmor bestimmt und sie selbst nicht als Probesäure angewendet werden, wohl aber Salpetersäure, und zwar diese namentlich in den Fällen, wo das Oxyd nur schwierig in Chlorwasserstoffsäure auflöslich ist, z. B. Bleioxyd.

II. Chlorkalkprobe.

Das von Fuchs angegebene Verhalten des Kupfers zum, in Chlorwasserstoffsäure aufgelösten, Anderthalb-Chloreisen läßt sich sehr gut zu einer Chlorkalkprobe benutzen. Man übergießt eine genau gewogene Menge Chlorkalk mit etwas Wasser, und fügt nun eine Auflösung von frisch bereitetem Einfach-Chloreisen im Ueberschuß hinzu. Es wird hierbei kein Chlor entwickelt, sondern eine dem Chlorgehalt entsprechende Menge Eisenoxyd gebildet. Jetzt setzt man Chlorwasserstoffsäure im Ueberschuß hinzu, thut ein gewogenes Stück Kupfer hinein und kocht so lange, bis die dunkle Farbe der Flüssigkeit sich in die blafs gelblichgrüne verwandelt hat, und sich nicht mehr ändert. Nun wird das Kupfer abgewaschen, getrocknet und gewogen, und nach dem Gewichtsverlust der Chlorgehalt berechnet, in dem 64 Kupfer 35,4 Chlor anzeigen. In 1 bis 2 Stunden ist ein solcher Versuch beendet, den man am besten in einer kleinen Retorte vornimmt, die mit aufrechtstehendem Halse im Sandbade erhitzt wird.

III. Quantitative Bestimmung des Kupfers.

Da, in Chlorwasserstoffsäure aufgelöstes, Einfach-Chlorkupfer sich durch Kochen mit Kupfer in Halb-Chlorkupfer verwandelt, und sich dabei eben so viel Kupfer auflöst, als in der angewendeten Menge Einfach-Chlorkupfer enthalten ist, so läßt sich dieß bei quantitativen Analysen zur Bestimmung des Kupfers benutzen. Es wird demnach das, nach bekannten Methoden abgeschiedene Kupferoxydhydrat in überflüssiger Chlorwasserstoffsäure aufgelöst und mit einer gewogenen Menge Kupfers so lange gekocht, bis die braune Farbe der Flüssigkeit in die hellgelbe übergegangen und sich nicht mehr ändert. Der Gewichtsverlust, den das Kupfer hierbei erleidet, zeigt nun genau die Menge Kupfer an, welche in der untersuchten Menge Oxyd enthalten ist. Man kann auch Kupfersalze (salpetersaures Kupferoxyd ausgenommen) auf diese Weise untersuchen. So habe ich schwefelsaures Kupferoxyd in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst und mit Kupfer gekocht, und der Gewichtsverlust des Kupfers betrug genau so viel, als nach den bekannten Analysen Kupfer im Kupfervitriol enthalten ist. Da, wie oben angegeben, Anderthalb-Chloreisen sich dem Einfach-Chlorkupfer gleich verhält, so ist darauf zu sehen, daß das zu untersuchende Kupferoxyd kein Eisenoxyd enthalte. Eben so darf kein Manganoxyd gegenwärtig seyn, dessen Einfluß jedoch dadurch, daß man die Auflösung in Chlorwasserstoff vorher so lange kocht, als sich noch Chlor entwickelt, zu beseitigen ist. Uebrigens ist die Gegenwart aller Alkalien und Erdarten und vieler Metalloxyde, wie sich von selbst versteht, ohne alle störende Wirkung. Auch bei diesem Versuch kommt es auf Abhaltung der Luft an, daher er ebenfalls in einer langhalsigen Retorte angestellt werden muß.

XI. *Ueber die Zusammensetzung der schwarzen Substanz, welche durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Alkohol entsteht;*

von L. Lose.

Erhitzt man ein Gemenge von 4 Theilen concentrirter Schwefelsäure und 1 Theil Alkohol auf 150° bis 160° C., so bildet sich bekanntlich unter mehreren anderen Producten auch eine schwarze kohlenähnliche Masse. So vielfach nun auch die übrigen gleichzeitig bei dieser Einwirkung sich bildenden Producte die Aufmerksamkeit der Chemiker beschäftigt haben, und so gut dieselben meistens gekannt sind, so ist dabei doch dieser Körper sehr wenig beachtet worden. Man begnügte sich ihn schlechthin für Kohle zu nehmen, bis erst in neuester Zeit Hr. Professor Erdmann ¹⁾ eine Analyse desselben bekannt machte.

Beschäftigt im Laboratorio des Hrn. Prof. Magnus mit der Darstellung von isäthionsauren Salzen, wandte ich, nachdem derselbe gefunden hatte, daß die Isäthionsäure auch durch Einwirkung von wasserhaltiger Schwefelsäure auf Alkohol entsteht, mehrfach dieses Verfahren zu ihrer Darstellung an. Ich erhielt dabei als Nebenproduct eine reichliche Menge dieser schwarzen Substanz, und glaubte die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen zu dürfen, dieselbe einer Prüfung zu unterwerfen, welche Hr. Prof. Magnus mir in seinem Laboratorio auszuführen gütigst gestattete. Die Zusammensetzung, welche Hr. Prof. Erdmann für diesen Körper gefunden hatte, ist andererseits eine so unerwartete, daß mir eine Bestätigung derselben nicht ohne Interesse zu seyn schien. Eine solche haben meine Versuche nun auch

1) Erdmann's Journal, Bd. XV. S. 14.

wenigstens in Betreff des Verhaltens und der qualitativen Zusammensetzung geliefert; die erhaltenen Zahlenwerthe aber weichen von denen des Hrn. Prof. Erdmann beträchtlich ab. Ich würde es nicht wagen die meinigen, wiewohl sie durch wiederholte Versuche sich bestätigten, für die richtigeren zu halten, wenn ich nicht zugleich glauben dürfte, den Grund für die Verschiedenheit unserer Resultate nachweisen zu können.

Für die Darstellung der Substanz verfuhr ich auf die Weise, daß die Dämpfe von, in einem Kolben befindlichen wasserfreiem Alkohol, mittelst einer zweiseitenkligen Glasröhre in englische Schwefelsäure, die ein spec. Gewicht von 1,84 hatte, geleitet wurden. Die Säure befand sich in einer tubulirten Retorte und füllte dieselbe etwa nur zur Hälfte an. Diefs ist nöthig, weil die sich ausscheidende schwarze Substanz den Inhalt der Retorte allmählig verdickt und dann ein häufiges Aufspritzen herbeiführt. Ehe mit dem Einleiten des Alkoholdampfs begonnen wurde, erhitzte ich die Säure bis etwa 150° C. Läßt man dann den Dampf hinzutreten und erhält die Temperatur auf 160° C., so entwickeln sich die bekannten Producte: ölbildendes Gas, schweflige Säure, Kohlensäure, Weinöl und Wasser, welche entweichen, Isärbionsäure hingegen nebst der schwarzen Substanz bleiben in der noch übrigen unveränderten Schwefelsäure zurück. Sobald die Entwicklung der gasförmigen Producte beginnt, fängt die Säure an sich zu bräunen, und es bildet sich dann nach und nach eine so große Menge der schwarzen Substanz, daß die Alkoholdämpfe nur schwierig durch die dick werdende Masse hindurchtreten können, und die Berührung mit der Schwefelsäure nicht vollständig genug mehr ist, um den Alkohol ganz zu zersetzen, so daß viel unveränderter Alkohol entweicht, und deshalb die Operation beendet werden muß. Aether bildet sich hierbei nicht.

Da Hr. Prof. Erdmann bei seiner Untersuchung

dieses Körpers einen so bedeutenden Rückstand (17,3 Proc.) beim Verbrennen erhalten hat, der nach seiner Meinung aus den Salzen, welche die englische Schwefelsäure gewöhnlich enthält, bestand, so nahm ich, um diese Verunreinigung zu vermeiden, zur Darstellung reine destillirte Schwefelsäure. Der Inhalt der Retorte wurde dann nach beendigter Operation zur Fortschaffung von Schwefel- und Isäthionsäure mit destillirtem Wasser übergossen, und die nun in der sauren Flüssigkeit suspendirte schwarze Masse auf einem Filter so lange mit heissem destillirten Wasser ausgewaschen, als in dem Abwaschwasser noch durch zugesetztes Chlorbarium eine Trübung entstand. Zur gänzlichen Befreiung von Schwefelsäure auf diese Weise ist ein, mehrere Tage hindurch anhaltendes Auswaschen erforderlich; die Masse schwillt dabei bedeutend auf, und die durchlaufende Flüssigkeit färbt sich, nachdem der grösste Theil der Säure entfernt ist, braun, was von einer äusserst geringen Menge durch das Filter gedrungener schwarzer Substanz herrührt. Wird dieselbe dann auf dem Filter in gelinder Wärme getrocknet, so bildet sie eine leichte compacte Masse von rein schwarzer Farbe, die auf dem Bruche glänzend ist.

Die so erhaltene Substanz konnte in Folge ihrer Darstellung keine feuerbeständigen schwefelsauren Salze enthalten, dessen ungeachtet war es mir nicht möglich dieselbe durch bloßen Zutritt der Luft zu verbrennen, selbst nicht durch ein mehrere Stunden hindurch unterhaltenes Glühen im Platintiegel über der Spirituslampe. Es gelang mir indess, als ich dieselbe im feingeriebenen Zustande mit Salpetersäure benetzte und im Platintiegel erhitze. Wurde das Benetzen mehrere Male wiederholt, so verbrannte die Masse vollständig und hinterließ durchaus keinen Rückstand. Sie konnte folglich als rein betrachtet werden.

Gegen die meisten Reagentien verhält sie sich völlig indifferent. Mit kohlensauren und ätzenden Alkalien

im aufgelösten Zustande kann man sie kochen, ohne daß sie sich verändert; eben so verhält sie sich gegen Säuren. Mit Salpetersäure jedoch anhaltend gekocht, wird sie vollständig zersetzt. Erhitzt man sie mit trockenem ätzendem Kali, so bläht sich die Masse anfangs unter Entwicklung eines brennbaren Gases stark auf, und bei langsam gesteigerter Wärme bis zum Schmelzen bleibt zuletzt eine weiße Salzmasse zurück, welche schwefelsaures Kali und Schwefelkalium enthält. Die Menge des letzteren ist jedoch um so geringer, je langsamer das Erhitzen betrieben wird. Aus diesem Grunde gaben auch Versuche, welche ich anstellte, um die Menge der Schwefelsäure zu bestimmen, die sich beim Schmelzen mit Kali bildet, so abweichende Resultate, daß ich sie hier nicht weiter anführe. Für sich in einer Glasröhre erhitzt, entwickelt dieser Körper schweflige Säure, Schwefelwasserstoff und Wasser, und es scheidet sich Schwefel ab.

Um die Quantität des Schwefels oder der Schwefelsäure, welche die Substanz enthält, zu bestimmen, versuchte ich dieselbe mit einem Gemenge von chlorsaurem Kali und kohlensaurem Natron zu verbrennen; die Einwirkung war jedoch so heftig, daß jedesmal eine nicht unbeträchtliche Menge aus dem Tiegel geworfen wurde. Besser gelang die Anwendung von Salpeter und einem Zusatz des vierfachen Gewichtes von Kochsalz; die Verbrennung war ruhig und ohne Verlust.

Bei vier verschiedenen Versuchen erhielt ich:

- | | | |
|--|--------------------------|---|
| I. | 0,849 Grm. Substanz gab. | 0,384 Grm. schwefelsauren Baryt = 6,124 Proc. Schwefel |
| II. | 0,665 - - - | 0,300 Grm. schwefelsauren Baryt = 6,165 Proc. Schwefel |
| III. | 0,704 - - - | 0,319 Grm. schwefelsauren Baryt = 6,107 Proc. Schwefel |
| IV. | 0,553 - - - | 0,272 Grm. schwefelsauren Baryt = 6,507 Proc. Schwefel. |
| Also im Mittel = 6,226 Proc. Schwefel. | | |

Zur Bestimmung des Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalts wurde die Substanz mit Kupferoxyd verbrannt und jedesmal am Schlusse der Operation Sauerstoff übergeleitet. Zwischen dem Chlorcalciumrohr und dem Kaliapparate war in dem Versuche I ein Rohr mit Bleisuperoxyd angebracht, um die etwa sich entwickelnde schweflige Säure aufzunehmen. Da dasselbe jedoch unverändert blieb, so wurde bei den übrigen Verbrennungen das Rohr nicht ferner eingeschaltet. Bei allen diesen Versuchen war die Substanz vorher unter der Luftpumpe über Schwefelsäure getrocknet.

I.	0,558 Grm. Subst. gab.	0,199 Grm. V_{Wasser}	=	3,942 Proc. $V_{\text{Wasserst.}}$
		1,252 - Kohlenst.	=	62,007 - Kohlenst.
II.	0,663 - - -	0,248 - V_{Wasser}	=	4,072 - $V_{\text{Wasserst.}}$
		1,455 - Kohlenst.	=	61,689 - Kohlenst.
III.	0,554 - - -	0,192 - V_{Wasser}	=	3,790 - $V_{\text{Wasserst.}}$
		1,263 - Kohlenst.	=	62,996 - Kohlenst.
IV.	0,564 - - -	0,218 - V_{Wasser}	=	4,255 - $V_{\text{Wasserst.}}$
		1,314 - Kohlenst.	=	64,361 - Kohlenst.

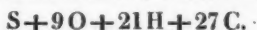
Das Mittel aus diesen vier Analysen ist:

4,014 Proc. Wasserstoff
62,763 - Kohlenstoff

Die procentische Zusammensetzung dieses Körpers ist demnach, da derselbe keine fixen Bestandtheile enthält, und folglich das Fehlende für Sauerstoff genommen werden muß:

Kohlenstoff	62,763
Wasserstoff	4,014
Sauerstoff	26,997
Schwefel	6,226
	<hr/>
	100,000.

Dies stimmt am besten mit der Formel:



Denn hiernach berechnet erhält man:

$$27\text{C} = 62,617$$

$$21\text{H} = 3,975$$

$$9\text{O} = 27,305$$

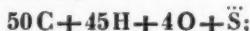
$$1\text{S} = 6,103$$

$$100,000.$$

Betrachtet man nun den Schwefel als Schwefelsäure darin enthalten, wie aus dem Verhalten gegen Aetzkali in erhöhter Temperatur wohl zu schliessen seyn dürfte, so erhält man folgende Formel:



Die Formel nun, welche Hr. Prof. Erdmann aus seiner Analyse ableitet, ist:



denn er erhielt:

Kohlenstoff	75,500
Wasserstoff	5,700
Sauerstoff	15,169
Schwefel	3,631
	<hr/>
	100,000.

Vergleicht man diese Zahlenwerthe mit den von mir gefundenen, so ist man erstaunt über die außerordentliche Abweichung, und man könnte vermuthen, daß wir zwei ganz verschiedene Substanzen analysirt hätten. Bei näherer Betrachtung jedoch findet man leicht den Grund unserer Nichtübereinstimmung. Wie ich nämlich schon oben angegeben, ist dieser Körper sehr schwer verbrennlich, und die anfangs rein schwarze Farbe desselben verändert sich nach längerem Erhitzen in eine graue, welche man allerdings für Asche halten kann. Diefs scheint auch von Hrn. Prof. Erdmann geschehen zu seyn, und auf dieser Annahme beruht sowohl die angeführte kleinere Menge des Schwefels als auch die größere von Kohlenstoff und Wasserstoff, indem bei jeder Analyse 17,3 Proc. schwefelsaure Salze in Abzug gebracht wurden.

Be-

Berechnet man aber aus der von Hrn. Erdmann selbst in Anwendung genommenen Menge der Substanz = 0,525 Grm., und den daraus erhaltenen Quantitäten von Wasser = 0,223 Grm. und Kohlensäure = 1,187 Grm. den procentischen Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt, ohne jene Correction für die 17,3 Proc. Asche anzubringen, indem man sie als rein annimmt, und verfährt eben so mit der gefundenen Menge des Schwefels, so erhält man in der That Zahlen, welche mit den meinigen vollkommen genug übereinstimmen.

Des Vergleichs wegen stelle ich dieselben mit den von mir gefundenen hier zusammen:

Hr. Prof. Erdmann erhielt: Ich habe erhalten:

Kohlenstoff	62,476	62,763
Wasserstoff	4,571	4,014
Sauerstoff	26,209	26,997
Schwefel	6,744	6,226
	<hr/> 100,000	<hr/> 100,000.

Wie man sieht, ist die Uebereinstimmung in diesen Zahlen so groß, daß ich keinen Anstand nehme, die Vermuthung auszusprechen, die von Hrn. Professor Erdmann zur Analyse verwandte Substanz sey ebenfalls frei von fixen Bestandtheilen gewesen.

XII. *Ueber das Sehen mit zwei Augen und das Stereoskop; von Hrn. Wheatstone.*

(*Bibl. univers. N. S. T. XVII p. 174.*)

Der Apparat, den Hr. Wheatstone Stereoskop genannt und der Versammlung britischer Naturforscher zu Newcastle vorgezeigt hat, besitzt die Eigenschaft, den Anblick eines Körpers mittelst zweier ebenen Bilder zu gewähren. Er beruht auf Grundsätzen, durch die der

Verfasser erklärt, welche Umstände uns in den Stand setzen, einen körperlichen Gegenstand von seiner Abbildung auf einer Ebene zu unterscheiden. Wenn ein Körper, z. B. ein Würfel, in geringer Entfernung von beiden Augen aufgestellt wird, so macht die Projection dieses Würfels auf die Netzhaut beider Augen zwei Bilder, die von einander verschieden sind, zuweilen in dem Grade, daß selbst ein Künstler Mühe haben würde zu erkennen, daß sie von einem und demselben Gegenstand herühren. Ungeachtet dieser Verschiedenheit zwischen den beiden Bildern, welche der Gegenstand auf der Netzhaut der beiden Augen des Beobachters hervorbringt, sieht dieser sie einfach. Daraus folgt offenbar, daß der Eindruck, den der Anblick eines körperlichen Gegenstandes macht, von der gleichzeitigen Wahrnehmung der in beiden Augen entstandenen Bilder herrührt. Der Verfasser zeigt, daß wenn man einen körperlichen Gegenstand zeichnet, zuerst, wie er sich im rechten Auge abmalt, dann, wie es im linken Auge geschieht, und nun das eine dieser Bilder vor das eine Auge, und das zweite vor das andere Auge hält, so, daß die Netzhäute auf dieselbe Weise und an denselben Punkten afficirt werden, wie es von den Projectionen des Körpers geschehen würde, die Seele die Wahrnehmung einer Reliefform erhält. Die Täuschung ist so vollständig, daß keine Macht der Einbildung den Beobachter zu der Ueberzeugung führen kann, er habe eine auf einer Ebene gemachte Zeichnung vor beiden Augen.

Unter den verschiedenen Anstellungsweisen dieses Versuchs giebt Hr. W. der folgenden den Vorzug. Man stelle vor den Augen zwei senkrechte, gegen einander rechtwinklich geneigte Spiegel auf, so daß die Kante beider sich genau zwischen den beiden Augen befinde, deren optischen Axen gegen einen jenseits gelegenen Punkt convergiren. Die Abbildungen der Projectionen des körperlichen Gegenstandes befinden sich, das eine

rechts, das andere links vom Beobachter, so daß ihre durch Reflexion an beiden Spiegeln erzeugten Bilder genau auf den Convergenzpunkt der beiden optischen Axen fallen. Offenbar sind dann die auf der Netzhaut erzeugten Bilder die nämlichen, wie wenn sie wirklich von einem in diesen Convergenzpunkt gestellten Körper herkämen. Der Versuch hat gezeigt, daß man auf diese Weise geometrische Gestalten, wie Krystalle, Blumen, Büsten u. s. w. mit eben so vollkommener Genauigkeit darstellen kann, wie wenn diese Gegenstände selber vor den Augen des Beobachters befindlich wären.

Fig. 4 Taf. III giebt eine Idee vom Stereoskop; mn und $m'n'$ sind die beiden Spiegel, o und o' die beiden Augen, deren optische Axen oc , $o'c$ in c convergiren, p und p' die beiden Abbildungen eines körperlichen Gegenstandes, deren reflectirte Bilder in c befindlich sind ¹⁾.

XIII. *Berichtigung zu meinem Aufsatze über die Constitution der Zuckersäure;* *von H. Hefs.*

Ich habe im 46sten Bande dieser Annalen einige Versuche über die Constitution der Zuckersäure mitgetheilt, die dem Leser dieser Annalen wahrscheinlich noch gegenwärtig seyn werden. Sie sind für Hrn. Liebig, dessen Ansichten sie nicht unterstützen, der Gegenstand einer Kritik geworden, welche man in den Annalen der Pharmacie, Bd. XXX S. 313, abgedruckt findet.

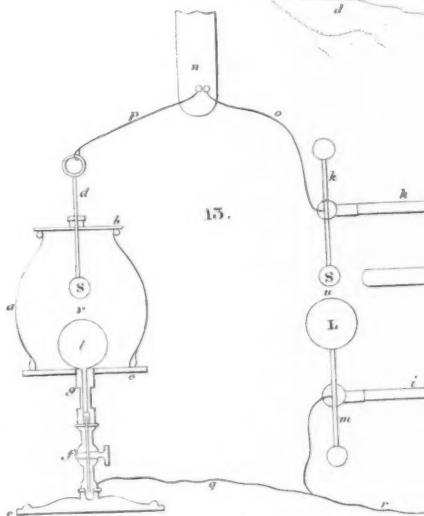
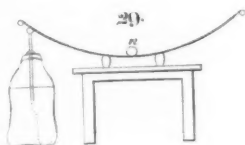
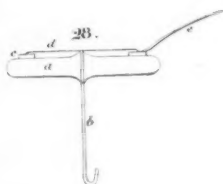
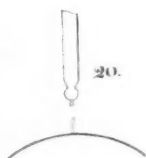
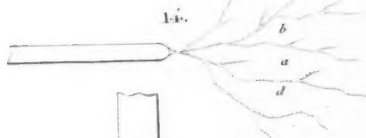
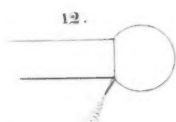
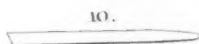
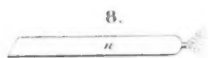
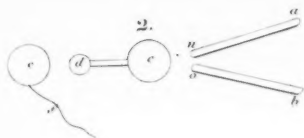
Ich habe diese Kritik mit Ruhe und Aufmerksamkeit gelesen, und finde, daß man mir darin nur folgenden wesentlichen Vorwurf macht: »Um Thaulow's Salz, $C^{12}H^{10}O^{11} + 5Pb$, zu erhalten, muß man zuckersau-

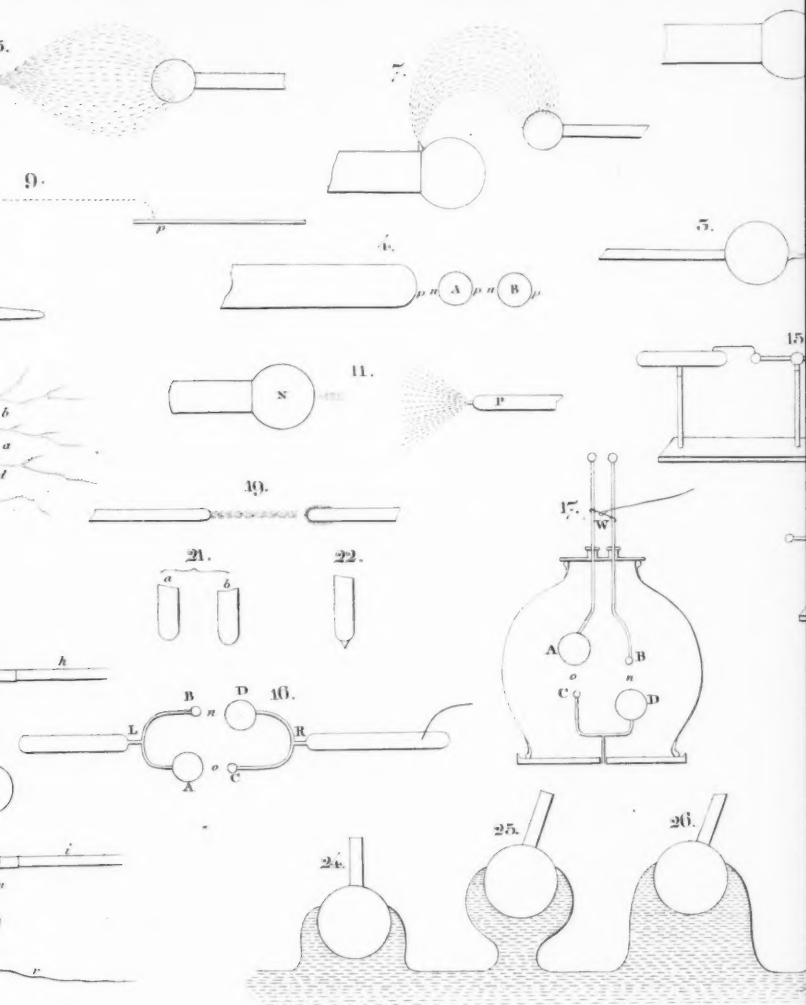
1) In einem der nächsten Hefte werden diese Untersuchungen ausführlich mitgetheilt werden.

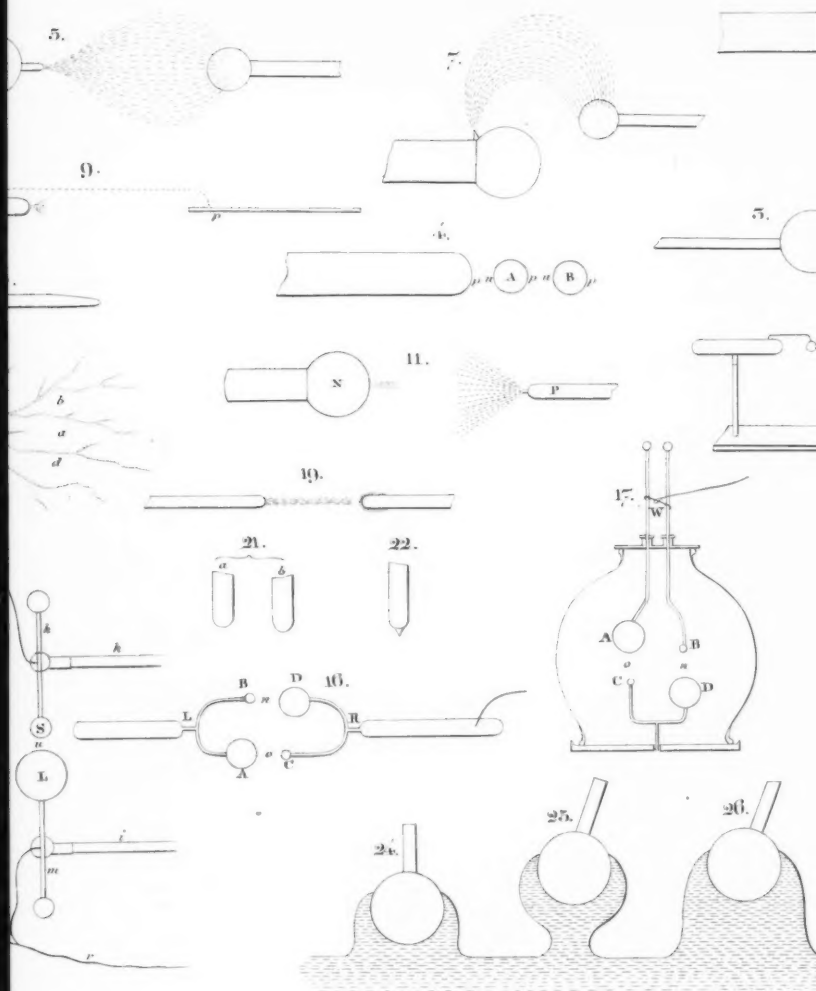
res Kali mit einem Ueberschufs von *essigsaurem Bleioxyd* einkochen, Hefs aber kocht das Salz mit einem Ueberschufs von *Bleioxyd*, also einer Basis, welche auf eine so leicht veränderliche Säure nicht ohne zersetzende Wirkung seyn konnte.»

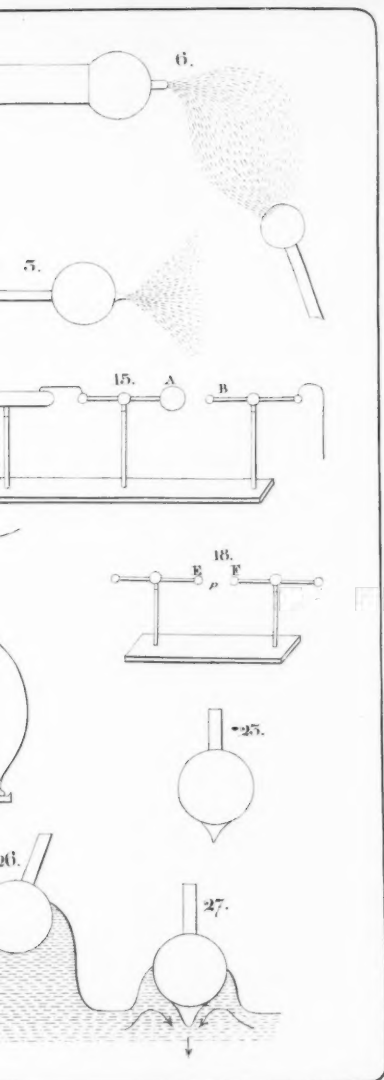
Ich bitte den Verfasser jener Kritik zu bemerken, dafs, obzwar in Poggend. Annal., Bd. XXXXVI S. 415, wirklich steht, mit einem Ueberschufs von *Bleioxyd*, er beim ruhigen Lesen einige Zeilen weiter gefunden hätte: »da dieser Versuch den Thaulow'schen nicht bestätigte, so kochte ich diefs Salz mit einem *neuen Ueberschufs* von *essigsaurem Bleioxyd*.« Aus dieser Stelle, wie aus der Folge des Aufsatzes, wäre ihm dann klar geworden, dafs er sich nur auf einen Druckfehler stützte, und es wäre ihm leicht geworden, durch Nachschlagen der Original-Abhandlung (*Bulletin scientifique publié par l'Académie des Sciences de St. Petersbourg, T. V p. 297*) sich vollends davon zu überzeugen. Dort steht nämlich *avec un excès d'acétate plombique*. — Das Nachschlagen des Originals war aber in der That unnöthig; denn hätte Hr. Liebig nur zu Ende gelesen, so wäre er dadurch den Fehler gewahr geworden, indem ich das Verhalten der Zuckersäure gegen einen *Ueberschufs von Bleioxyd* für sich besonders abhandelte, und zeigte, dafs dadurch keine Zersetzung stattfand.

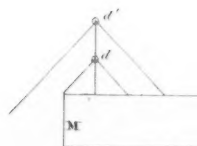
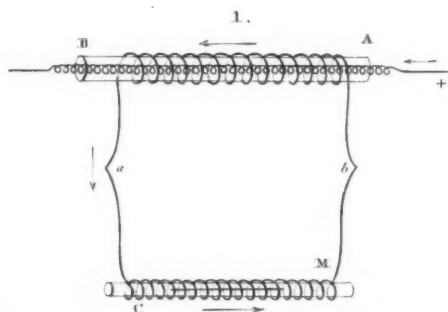
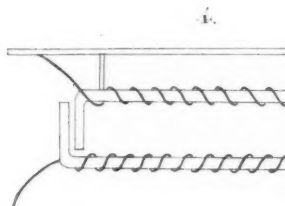
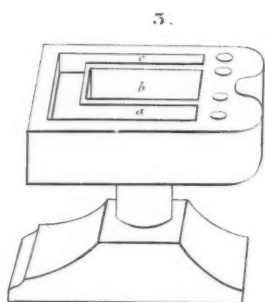
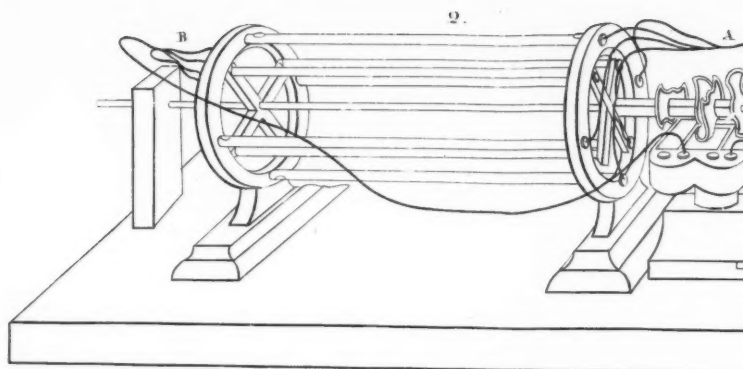
Ich will mich jeder andern Bemerkung enthalten, weil ich die Ueberzeugung habe, dafs Hr. Liebig von dieser Nachsicht, die ihm auch in Zukunft nicht fehlen würde, gewifs ungern zum zweiten Male Gebrauch machen möchte.

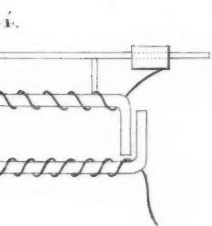
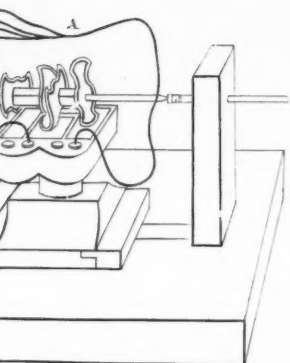




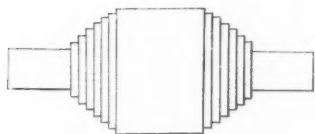




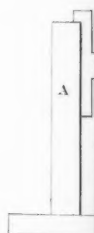
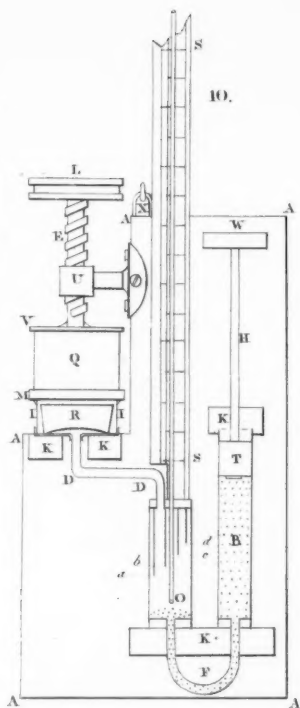
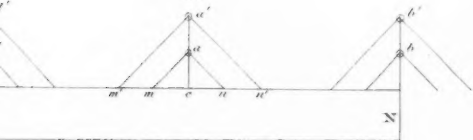


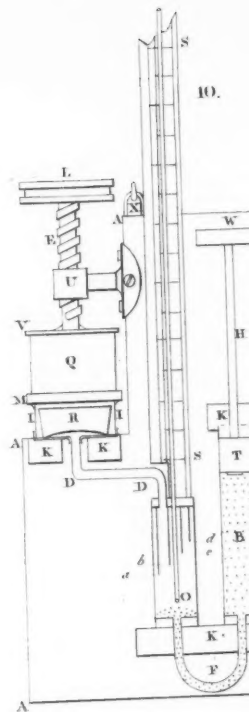
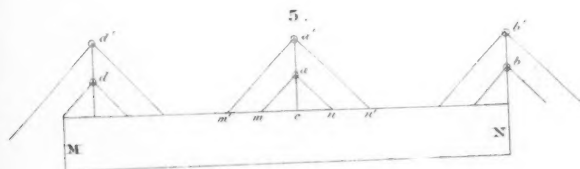
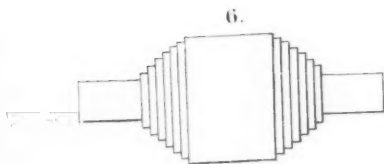
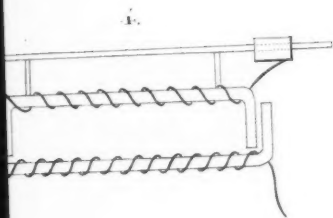
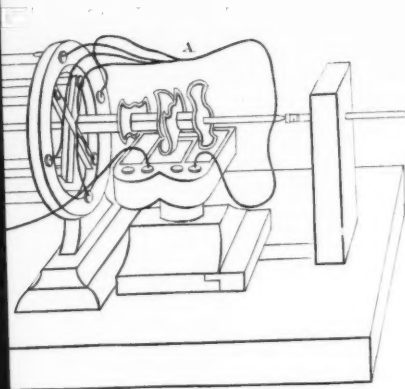


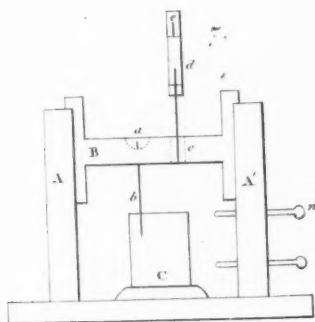
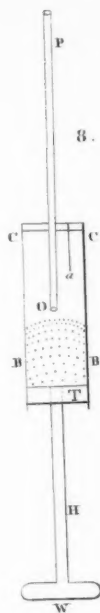
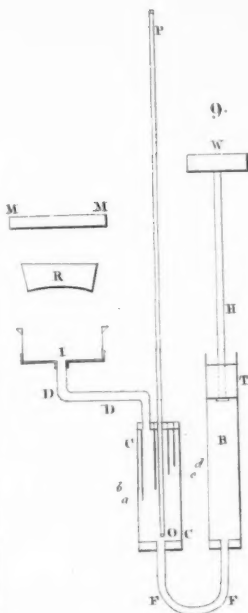
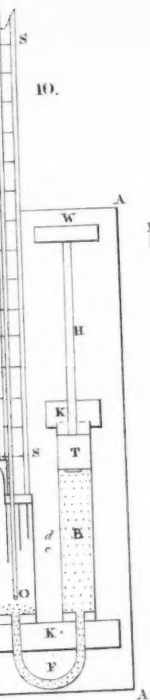
6.



5.







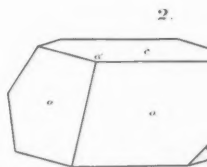
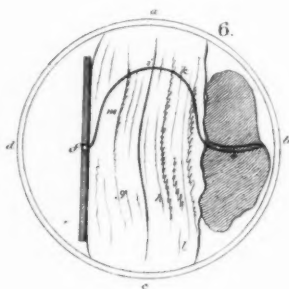
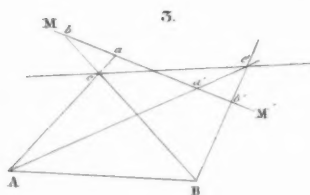
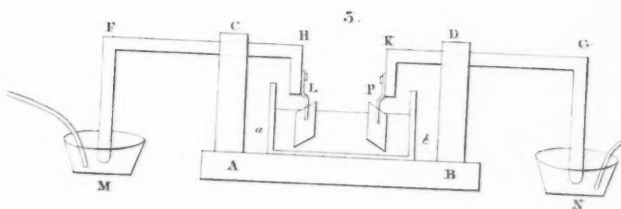
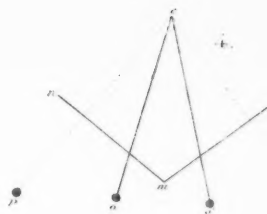
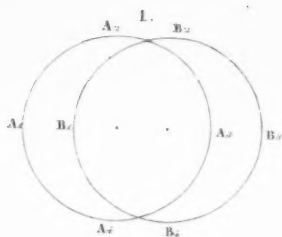


Fig. III.



B.L. 47. 8. 3.

C. 1848. 1. 1. 1.